

NILF-rapport 2006–5

Risikoreduksjon ved bruk av plantevernmidler – En samfunnsmessig konsekvensanalyse

*Risk reduction of using pesticides
– an assessment of risks and costs*

Karen Refsgaard
Asbjørn Veidal
Jan Netland
Marianne Stenrød



Tittel	Risikoreduksjon av bruk av plantevernmidler – En samfunns- messig konsekvensanalyse
Forfattere	Karen Refsgaard, Asbjørn Veidal, Jan Netland, Marianne Stenrød
Prosjekt	Plantevernmidler (I034)
Utgiver	Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF)
Utgiversted	Oslo
Utgivelsesår	2006
Antall sider	124
ISBN	82-7077-655-6
ISSN	0805-7028
Emneord	plantevernmidler, risiko, helse, miljø, økonomi, virkemidler, risikoindikatorer, kartlegging, jordbruk, grøntanlegg, analyse, PVNOR, samfunnsmessig vurdering

Litt om NILF

- Forskning og utredning angående landbrukspolitikk, matvaresektor og -marked, foretaksøkonomi, nærings- og bygdeutvikling.
- Utarbeider nærings- og foretaksøkonomisk dokumentasjon innen landbruket; dette omfatter bl.a. sekretariatsarbeidet for Budsjettnemnda for jordbruket og de årlige driftsgranskingene i jord- og skogbruk.
- Utvikler hjelpemidler for driftsplanlegging og regnskapsføring.
- Finansieres av Landbruks- og matdepartementet, Norges forskningsråd og gjennom oppdrag for offentlig og privat sektor.
- Hovedkontor i Oslo og distriktskontor i Bergen, Trondheim og Bodø.

Forord

NILF har på oppdrag fra Mattilsynet og i samarbeid med Bioforsk gjennomført prosjektet «Risikoreduksjon ved bruk av plantevernmidler – En samfunnsmessig konsekvensanalyse». Det har i den senere tid vært økt fokus på og økt kunnskap om plantevernmidlers potensielle skadevirkninger på helse og miljø. Myndighetene har iverksatt tiltaksplaner med formål om å redusere risikoen ved bruk av plantevernmidler. Hovedformålet med dette prosjektet har vært å kartlegge risikoen ved bruk av plantevernmidler og vurdere samfunnsmessige konsekvenser ved å redusere risikoen.

Prosjektet har vært ledet av forsker Karen Refsgaard og stipendiat Asbjørn Veidal i NILF. Forskningssjef Jan Netland og forsker Marianne Stenrød ved Bioforsk - Plantevernet har bidratt i hele prosjektperioden med agronomiske vurderinger ved bruk av plantevernmidler og rapportskrivningen. Haldor Fykse, også Bioforsk, har gjort kjøringene i PVNOR. Seniorforsker Ola Flaten og forskningssjef Agnar Hegrenes ved NILF har lest og kommentert manuskriptet.

Rapporten består av to deler; en detaljert og beskrivende del av teori, metode og resultater og en vedleggsdel med avlingsutslag for scenarier for ulike vekstskifter, plantevernmiddelstrategier og jordarbeidingsmetoder, kjørt i programmet PVNOR.

Oslo, mai 2006
Ivar Pettersen

Innhold

SAMMENDRAG	1
SUMMARY	3
1 INNLEDNING.....	9
1.1 Bakgrunn.....	9
1.2 Formål og problemstillinger.....	10
2 TEORI.....	11
2.1 Samfunnsmessige vurderinger av regulering	11
2.2 Godkjenningsprosedyrer	13
2.3 Bruk av risikoindikatorer som målvariabel for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler	13
2.4 Valg av virkemiddel for redusert risiko	14
2.4.1 Målrettet reguleringsgrunnlag	14
2.4.2 Økonomiske virkemidler.....	15
2.4.3 Agronomiske virkemidler.....	17
2.5 Dagens avgiftssystem for plantevernmidler.....	19
2.6 Agronomi og plantevernmidler	20
2.6.1 Bruk av plantevernmidler	20
2.7 Risikoindikatorer i forhold til agronomi	22
3 METODE OG DATAGRUNNLAG	23
3.1 Kartlegging og analyse	23
3.2 Beregning av risikoindekser	24
3.2.1 Helseisiko	24
3.2.2 Miljøisiko	26
3.3 Modellverktøy og beregninger i analysen.....	28
3.3.1 PVNOR-modellen.....	28
3.3.2 Planteverntiltak - scenarier	29
3.3.3 Beregning av dekningsbidrag for plantevernscenarier	31
3.3.4 Vekstregulering – modellbeskrivelse og scenarier.....	32
4 KARTLEGGING AV KOMBINASJONER AV RISIKOBELASTEDE VEKSTER OG MIDLER.....	35
4.1 Totalt omsatte mengder og fordeling på sektorer	35
4.2 Forbruk og risiko utenom landbrukssektoren.....	38
4.3 Forbruk og risiko i jordbruket	40
4.3.1 Risiko fordelt på plantevernmidler og vekster	40
4.3.2 Risiko fordelt på spredningsareal og vekst	43
4.3.3 Vekstregulering samt mindre produksjoner med høy innsats av plantevernmidler	45

5	ANALYSE AV RISIKO OG KOSTNADER.....	51
5.1	Relevante produksjoner i jordbruket for analyse.....	51
5.2	Avlingstap under ulike scenarier.....	52
5.3	Volumstore produksjoner – ugras, kveke, sopp i kornproduksjon	54
5.3.1	Resultater per arealenhet	55
5.3.2	Aggregerte resultater - kornfylkene på Østlandet.....	59
5.3.3	Ensidige vekstskifter kontra vekstskifter med bygg, havre og høsthvete.....	64
5.4	Modellresultater - redusert risiko ved bruk av vekstregulatorer i korn	67
5.5	Potet - planteverniltak og avlingsutslag.....	69
6	OPPSUMMERING OG KONKLUSJONER.....	71
6.1	Potensial for risikoreduksjon	71
6.2	Konsekvenser for de ulike sektorene	72
6.3	Virkemidler	74
6.4	Fremtidige utfordringer	75
	VEDLEGGSTABELLER.....	79–124

Sammendrag

Formålet med dette prosjektet har vært å vurdere kostnadseffektive strategier å redusere skadevirkninger på helse og miljø som bruk av plantevernmidler medfører. Bakgrunnen for prosjektet er skissert i Landbruks- og matdepartementets *Handlingsplan for redusert risiko for bruk av plantevernmiddel (2004–2008)*, hvor det er fastsatt et mål om å redusere risikoen med 25 prosent i planperioden 2004 til 2008. Den forrige handlingsplanen fra 1998 til 2002 resulterte i risikoreduksjon, men avdekket også et fortsatt potensial for reduksjon, samt et behov for konsekvensanalyser.

Vi har i prosjektet gjennomført en omfattende kartlegging av risikoen ved bruk av plantevernmidler og belyst hvor potensialet for reduksjon ligger. Jordbruket er som forventet en stor forbruker av plantevernmidler, og vi har ved hjelp av økonomiske kalkyler og agronomiske modeller beregnet kostnads- og risikoendringer ved iverksettelse av ulike strategier for å redusere risikoen ved bruk av plantevernmidler i jordbruket.

Risikoreduksjonen kan oppnås ved bruk av flere ulike virkemidler, og rapporten bygger på muligheter for å iverksette både økonomiske, administrative og agronomiske virkemidler. Denne vurderingen av virkemidler kompliseres ved at plantevernmidler kan gi miljø- og helseskader på lang sikt som en i dag ikke har full kjennskap til. I tillegg medfører virkemiddelbruk utfordringer ved at dette krever sammenligninger av økonomiske og ikke-økonomiske faktorer; som folkehelse, natur og miljø.

Av økonomiske virkemidler er avgifter eller tilskudd de mest aktuelle. Differensierte avgifter blir i dag brukt for å vri forbruket mot mindre risikable plantevernmidler. Tidligere forskningsresultater har vist at priselastisiteten er lav for plantevernmidler, slik at avgifter alene ikke endrer forbruket i noen særlig grad om ikke avgifter blir brukt i kombinasjon med agronomiske eller administrative virkemidler. Agronomiske virkemidler er forebyggende agronomiske tiltak som reduserer behovet for bruk av plantevernmidler og hvor det er viktig med god kunnskap om vekstforholdene for planteproduksjonen og plantevernmidlene. Dette kan være dyrkingstekniske tiltak som optimal gjødsling, kalking, vekstskifte, jordarbeiding og behovsprøvd sprøyting. Agronomiske tiltak kan også omfatte autorisasjonsordninger og merkeordninger om stiller krav til kunnskap for å kunne benytte plantevernmidler.

Plantevernmidler blir ofte inndelt i forhold til hvilke skadegjørere de skal kontrollere; ugrasmidler, soppmidler og skadedyrmidler. I tillegg kommer vekstregulerende midler og nedvisningsmidler. Hvert enkelt plantevernmiddel blir før godkjenning til bruk vurdert av Mattilsynet i forhold til middelets potensielle skadevirkning på helse og miljø, og får beregnet en risikoindikator (proxyvariabel) som er bestemmende for avgiftklassen til de enkelte preparatene.

Risikoindikatorerne i kombinasjon med omsetnings- og spredningsdata gjør det mulig å kvantifisere et reduksjonsmål for risikoen for bruk av plantevernmidler. Vi har i dette prosjektet ikke vurdert godkjenningsprosedyrene eller fastsetting av risikoindikatorer. Det er likevel viktig å merke seg at risikoindikatorernes kobling til avgiftssystemet kan medføre en ensidig bruk av plantevernmidler, som igjen kan medføre resistensutvikling og en endring av ugrasfloraen. Dette igjen kan øke behovet for plantevernmidler over tid.

Kartleggingen viser at jordbrukets forbruker plantevernmidler med høyere risiko enn de andre brukergruppene. Målt i risiko er jordbrukets andel på 72 og 95 prosent av henholdsvis helse- og miljørisikoen ved bruk av plantevernmidler, målt i gjennomsnitt for 2001 og 2003. Målt i omsatt mengde var andelen på henholdsvis 52 og 50 prosent. Deretter kommer grøntanleggsektoren og offentlig sektor på om lag 20 til 30 prosent, fulgt av spredning i privathager.

Kornproduksjonen bidrar til den største risikoen innenfor planteproduksjonen i jordbruket. Dette har selvsagt sammenheng med de relativt sett store spredningsarealene for kornvekster. Soppbehandling og risdreping i potetproduksjonen medfører også stor risiko. Dette kommer spesielt frem når man ser på helse- og miljørisikoen per dekar. Vår kartlegging av helse- og miljørisiko viser at det kan være hensiktsmessig å vurdere tiltak for reduksjon av helse- og miljørisiko ved bruk av plantemidler for følgende risikobelastede grupper:

- Risiko forbundet med store produksjonsarealer
 - behandling mot frøugras i korn
 - behandling mot kveke i korn
 - behandling mot sopp i korn
 - vekstregulering i korn
- Risiko forbundet med viktige vekster på mindre produksjonsarealer
 - behandling mot sopp på potet
 - vekstregulering i potet (risdreping)
 - behandling mot skadedyr på eple
 - behandling mot sopp på eple
- Risiko forbundet med intensiv behandling (det vil si høy risiko per arealenhet) – især helse for brukeren
 - behandling mot sopp på gulrot
 - behandling mot sopp på kepaløk
 - vekstregulering i oljevekster
 - vekstregulering i jordbær (utløperdreping)

I analysen har vi valgt å konsentrere oss om de store produksjonene korn og potet, da disse produksjonene har et stort potensial for reduksjon i helse- og miljørisiko samtidig som alternative plantevernmidler og strategier finnes som gjør at en ikke risikerer det økonomiske grunnlaget for produksjonen.

Den biologiske modellen (PVNOR-modellen) estimerer avlingsnivået i et 22-års vekstskifte hvor man varierer vekster, jordarbeidingsmetoder og plantevernstrategier.

Gjennomgående er avlingstapet minst ved tradisjonell jordarbeiding (stubbharving og høstpløying) og størst ved direktesåing. Plantevernstrategiene som er simulert er: 1) dagens tilgang på plantevernmidler, 2) harving mot frøugras, 3) ikke bruk av fenoksyryrer, 4) kombinasjonen harving mot frøugras og ikke bruk av fenoksyryrer, 5) ingen bruk av kjemiske plantevernmidler, 6) ikke bruk av glyfosatmidler, 7) styrt bruk av frøgrasmidler, 8) bruk av lavrisiko soppmidler og 9) kombinasjonen harving mot frøugras og ingen kjemiske plantevernmidler. Resultatene for kornproduksjonen presenteres både per dekar og i aggregerte størrelser hvor scenariene er tilpasset arealet og vekstskiftet for seks Østlandsfylker som omfatter 81 prosent av det totale kornarealet i Norge.

De aggregerte resultatene viser at direktesåing gir for alle plantevernstrategier dårligst resultat i forhold til risikoreduksjon, sammenlignet med de andre jordarbeidingsmetodene. Harving mot frøugras medfører økt helse- og miljørisiko, da denne plantevernstrategien øker behovet for sprøyting mot flerårig ugras med fenoksyryrer. Heller ikke fjerning av glyfosatmidlene gir noen særlig effekt i redusert risiko. Det som gir gunstig resultat både med hensyn til reduksjon i risiko og økonomisk resultat, er en styrt veksling mellom ulike midler mot frøugras med ulik virkeområde. Det er en strategi hvor man forsøker å unngå resistensutvikling på grunn av ensidig bruk av midler. Fjerning av glyfosatmidler gir god effekt på risikoen, men gir et relativt dårlig økonomisk resultat for kornproduksjonen. Våre resultater viser videre at valg av vekstskifte har større positiv virkning for risikonivået enn en plantevernstrategi som fokuserer på soppmidler med lav risiko. Modellkjøringer med vekstskifte potet og korn viser at det er betydelige risikogevinster ved å fjerne eller redusere bruken av risdrepingsmiddelet Reglone i potetdyrkingen. Det økonomiske resultatet blir noe dårligere uten kjemisk vekstavslutning, men dette tapet er følsomt i forhold til avlingsnivå og kvalitet som en oppnår uten kjemisk vekstavslutning, som igjen avhenger av hvilken potetsort en produserer.

Vår modell for bruk av vekstregulatorer i korn viser at et forbud mot vekstregulatoren i korn CCC (klormekvatklorid), medfører reduksjon i helse- og miljørisiko og at det økonomiske resultatet ikke reduseres, men at dette til og med kan forbedre økonomien. Dette kan forklares ved at brukeren har bedre informasjon om sannsynligheten for legde ved bruk av andre vekstregulerende midler.

Vår kartlegging og resultater viser at potensialet for reduksjon av risiko ved bruk av plantevernmidler er størst i jordbruket og derav i kornproduksjonen og potetdyrkingen. Det er her mulig å redusere risikoen med 25 prosent uten at dette får store økonomiske konsekvenser. Spesielt gir styrt veksling mellom fenoksyryrer og sulfonyleurea mot frøugras gode utslag i risikoreduksjon. Et gunstig vekstskifte og agronomisk riktig bruk av plantevernmidlene på markedet vil mest sannsynlig fungere bedre enn forbud eller økt differensiering av avgiftene, som lett kan medføre til resistensutvikling.

Regulering for reduksjon av risiko ved bruk av av plantevernmidler krever en forståelse av biologiske, økonomiske og forvaltningsmessige faktorer som bør tilpasses brukerens adferd. Til dette er det helt nødvendig at data innsamles og modeller utvikles også i fremtiden.

Summary

The objective of this project has been to assess cost-effective strategies for reducing the harmful effects that pesticides potentially cause on human health and the environment. The project derives from “The Plan of Action for Risk Reduction Associated with Application of Pesticides 2004–2008” of the Norwegian Ministry of Agriculture and Food. The target stated in the plan is a 25 percent reduction of risks within these four years. Prior efforts, supported by the last plan of action from 1998 to 2002, resulted in a satisfying risk reduction. However, this work also revealed a continued potential for risk reduction and a need for scientific consequence analysis.

The first step of this project was to accomplish a thorough categorisation of the risks of pesticides and to investigate the fields of potential for risk reduction. As expected, the agricultural sector is a major user of pesticides, and we have, assisted by economic estimates and biological models, calculated the changes in costs and risks due to implementation of various strategies for reducing the risks of using pesticides in agricultural production.

Risk reduction can be achieved through various instruments, and in this report we assume the possibility to introduce economic, administrative and agronomic instruments. However, judging the effectiveness of such instruments is complicated as there is little knowledge of the long-term harmful effects of pesticides on human health or the environment. In addition, such analyses require comparisons of monetary and non-monetary factors.

Taxes or subsidies are the most relevant economic instruments. Differentiated taxes are currently employed to reduce the use of the most harmful pesticides. However, according to prior research, the price elasticity for pesticides is low, which indicates that taxes alone will not lead to substantial changes in how pesticides are used, unless it is combined with agronomic or administrative instruments. Agronomic instruments are preventive agronomic efforts that reduce the need for pesticides, based on in-depth knowledge of the growth conditions. Examples are farming methods like optimal fertilizing, liming, crop rotation, cultivation methods and means-tested application of pesticides. Agronomic instruments may as well be authorization arrangements and labelling which require some basic knowledge in order to buy and use pesticides.

Pesticides are often categorised according to whether they are herbicides, fungicides or insecticides, i.e. effective against weeds, fungi or insects. In addition, there is a group of growth regulators. Each pesticide has to be tested and approved for use by the Norwegian Food Safety Authority before it enters the market. The authority calculates a risk indicator for potential risk to health and environment for each pesticide, which also determines the tax rate. The risk indicators, in combination with sales and spray statistics, make it possible to calculate the quantitative use, which is essential in order to monitor the risk reduction targets. We have not assessed the

procedure of approval or the calculation of the risk indicators in this project. However, it is worth mentioning that the close connection between risk indicators and the tax system may support monotonous use of pesticides, which is unfortunate in terms of development of resistant crops and a change in the weed flora.

The categorisation points out that the agricultural sector uses pesticides with higher risk indicators than the other user groups. Measured in risks caused by pesticide use, the agricultural sector's share of risk is estimated to 72 percent of total health risk and 95 percent of the total environmental risk. Measured in applied amount, kg or litre, the share was respectively 52 and 50 percent. Then follow green area/landscape construction and public sector with approximately 20 to 30 percentage, and last, application in private kitchen gardens.

Grain production contributes with the greatest share of risk in the crop production sector. This is in relation with the larger production areas. Application of fungicides and weed killing pesticides in the potato production is also associated with high risk. This is especially revealed in the analysis of risk per decare (0.1 hectare) of various agricultural productions. To sum up, the categorisation of human health and environmental risks shows that efforts for risk reduction should be directed towards the following productions:

- Risks associated with large areas of production:
 - Herbicides (seed-propagated weeds) in grain production
 - Spraying against quack grass in grain production
 - Fungicides in grain production
 - Growth regulators in grain production
- Risks associated with essential crops on less areas of production
 - Fungicides in potato production
 - Growth regulators in potato production
 - Insecticides in apple production
 - Fungicides in apple production
- Risks associated with intensive care (i.e. high risk per area of production) - especially human health risks
 - Fungicides in carrot production
 - Fungicides in common onion production
 - Growth regulators on oil seeds
 - Growth regulators on strawberry production

In the analysis of risk reduction and economic impact of alternative pesticide use strategies, we have focused on production of grain and potato, since these productions have a large potential risks for human health and the environment. In addition, we consider the availability of alternative pesticides and production strategies in these productions to be satisfactory in order not to risk the economical foundations of the production.

The biological PVNOR-model estimates the yield over a 22-year period with various crops, cultivation methods and pesticide use strategies. Generally, the yield reduction is less with traditional cultivation methods (i.e. harrowing and ploughing in autumn) and most with direct-sowing. The pesticide strategies that are simulated are: 1) access to pesticides as today, 2) harrowing against seed-propagated weeds, 3) no use of fenoxycarboxylic acids, 4) combination of harrowing against seed-propagated weeds and no use of fenoxycarboxylic acids, 5) no use of pesticides, 6) no use of glyphosphate, 7) controlled use of herbicides against seed-propagated weeds, 8) use of low-risk fungicides and 9) combination of harrowing against seed-propagated weeds and no use of pesticides. The results for grain production are in the report presented both per decaire and in aggregate measures; the latter representing the production area and crop rotation of Eastern Norway, with 81 percentage of the total Norwegian grain area.

The aggregated results imply that direct-sowing gives least reduction in risk for all pesticide strategies, compared to the other cultivation methods. Harrowing against seed-propagated weeds gives increased health and environmental risk, due to an increased demand for herbicides with fenoxycarboxylic acids. The strategy that gives the most favourable results, both considering risk and economy, is a controlled alternation of herbicides with different range of application. This strategy is also favourable since use of different herbicides reduces the risk of resistant weed development. The strategy of no use of glyphosphate decreases the health and environmental risk, but the economic results are not justifiable, especially not for the grain production. Further, our analysis shows that crop rotation gives greater risk reduction than a strategy that focuses on fungicides with low risk indicator.

The analysis of strategies in potato production (in rotation with grain production) shows that no or less use of the desiccant Reglone decrease health and environmental risk significantly. The economic result decreases without use of desiccants. However, the economic loss is sensitive to yield level and potato quality, which again is dependent on the potato variety in production.

The result from our model for use of growth regulators in grain production supports a reduction of use of CCC (chlormequat chloride). It reduces the health and environmental risk without decreasing the economic results. This has to do with the users' access to information about the possibility for lodging at the time of spraying. CCC is normally applied at an earlier stage in the growth season, than other growth regulators.

Our pesticide categorisation and model results reveal that the greatest potential for risk reduction in the agricultural sector is within the grain and potato production. It is possible to reduce the risk by 25 percent without major economic consequences. The strategy of controlled use of fenoxycarboxylic acids and sulfonylurea against seed-propagated weed has a particular potential for risk reduction. A favourable crop rotation and agronomic correct use of the pesticides on the market will most likely entail better long-term effects than a ban of some pesticides or increased differentiation of the taxes, which easily results in development of resistant weed.

Regulations in order to reduce the risks associated with pesticide use require an understanding of biological, economic and political factors that should be adapted to the users' behaviour and situation. This knowledge is based on the collection of data and the further development of models, in the future.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Våren 2004 vedtok Landbruks- og matdepartementet (LMD) *Handlingsplan for redusert risiko ved bruk av plantevernmiddel (2004–2008)*, som er en videreføring av *Handlingsplan for redusert risiko for bruk av plantevernmidler (1998–2002)*. Med utgangspunkt i plantevernmidlenes egenskaper og kalkulert risiko (Spikkerud et al. 2005), og med grunnlag i omsetningsstatistikken, er det utarbeidet målemetode og indikatorer for å beskrive utviklingen over tid i helse- og miljørisiko ved bruk av plantevernmidler.

Evalueringen av *Handlingsplan for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler (1998–2002)* understreker behovet for fortsatt innsats for ytterligere å redusere risikoen for helse- og miljøskader ved bruk av plantevernmiddel. En sammenligning av gjennomsnittet for 1996–1997 med gjennomsnittet for 2001–2002 viser en liten reduksjon i omsatt mengde (8 prosent), men en markert reduksjon i helserisiko (33 prosent) og i miljørisiko (37 prosent). Selv om en bør være varsom med å legge for mye vekt på slike indikatorer samtidig som forbrukstall basert på omsetningsstatistikk er noe usikre, virker trenden klar; det har vært en markert risikoreduksjon i handlingsplanperioden, både for helse og miljø. En ny bruksstatistikk for plantevernmiddel utarbeidet av Statistisk sentralbyrå, vil på sikt gjøre det mulig å få sikrere tall for forbruket av plantevernmidler og dermed også for risikoutviklingen.

Under jordbruksforhandlingene 2003 ble avtalepartene enige om å legge evalueringsgruppas anbefalte hovedopplegg for en ny handlingsplan til grunn for en uendret ramme over avtalen (jf. Arbeids- administrasjonsdepartementet 2003, St.prp. nr 70, 2002–2003). Partene ble enige om å sette av i alt 17 mill. kr over jordbruksavtalen til tiltak under den nye handlingsplanen for 2004. Tiltakene skulle

bli kombinert med oppfølging av tilsyn og kontroll fra Mattilsynet fra 1. januar 2004. Denne overvåkingen vil blant annet omfatte styrket kontroll av drikkevann.

En ny arbeidsgruppe med representanter for avtalepartene i jordbruksoppgjøret har med grunnlag i anbefalingene fra evalueringsgruppa, vurdering av synspunkt fra 30 høringsinstanser, og foreløpig rapport om Nordisk samarbeid for redusert bruk av pesticider, lagt fram forslag til en ny 5-årig handlingsplan; *Handlingsplan for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler (2004-2008)*.

I handlingsplanen vises det til at Mattilsynet bør sørge for at det blir gjennomført konsekvensanalyser med kost-nytte-vurderinger i forbindelse med godkjenning av plantevernmidler. I kapittel 5.2 om Tiltak og virkemidler heter det:

«Som underlag for godkjenning av plantevernmidler bør Mattilsynet syte for at det blir gjennomført konsekvensanalyser med kost-nytte-vurderingar. Slike vurderingar kan nyttast som grunnlag for å fastsetje kvantitative reduksjonsmål for bruken av plantevernmidler.»

Og i avsnitt 5.7 om Forskning og utvikling heter det:

«Mattilsynet bør syte for at det blir gjennomført ein analyse av dei økonomiske konsekvensane av å redusere bruken av plantevernmidler ved hjelp av kjende, forebyggjande og ikke-kjemiske metodar, og behovstilpassa bruk av plantevernmidler, som grunnlag for å fastsetje kvantitative reduksjonsmål. Tiltaket bør gjennomførast i nært nordisk samarbeid til gjensidig nytte for dei deltakande landa, gjennom utveksling av erfaringar og data, og tilpassing av eigna modellar.»

Med bakgrunn i dette ønsker Mattilsynet å sette i gang et arbeid knyttet til en samfunnsnytte-konsekvensanalyse ved å redusere bruken av plantevernmidler. Dette er utgangspunktet for det foreliggende prosjektarbeidet.

1.2 Formal og problemstillinger

Formålet med prosjektet er å øke kunnskapen om og utvikle metoder for å vurdere de samfunnsmessige konsekvenser ved endret bruk av plantevernmidler. Dette oppnås gjennom å belyse følgende problemstillinger:

- Hvordan kan gitte nivåer av redusert helse- og miljørisiko gjennomføres til lavest mulige samfunnsøkonomiske kostnader og hvilke konsekvenser får en reduksjonen for ulike brukergrupper/-sektorer?
- Hva er de økonomiske konsekvensene for ulike produksjoner i jordbruksnæringen ved redusert eller endret bruk av plantevernmidler, hvor formålet er å begrense helse- og miljørisiko?

Overordnet gjennomfører vi en omfattende kartlegging av fordeling av helse- og miljørisiko ved bruk av plantevernmidler som legges til grunn for de økonomiske vurderingene og helse- og miljørisikoendringer av ulike strategier for plantevern.

2 Teori

2.1 Samfunnsmessige vurderinger av regulering

For å gjennomføre en samfunnsmessig vurdering av fordeler og ulemper ved plantevernmiddelbruk bør dette skje i en overordnet samfunnsmessig ramme, hvor risikoen for miljø- og helsemessige effekter vurderes mot økonomiske hensyn. Dette er spesielt viktig i forhold til den første problemstillingen hvor konsekvenser av en reduksjon av bruken av plantevernmidler blir vurdert.

Regulering av bruk av plantevernmidler bør av den grunn bygge på en overordnet vurdering av de økonomiske, miljø- og helsemessige effekter av bruken. Behovet for regulering skyldes i hovedsak at miljøpåvirkningen ikke, eller i lite omfang, avspeiles i brukerens beslutningsgrunnlag, og spesielt produksjonskostnadene. Miljøskaden er en eksternalitet, slik at det mangler et økonomisk insitament for produsenten for å begrense skadevirkningen på miljøet. Dette kan for eksempel løses ved at produsenten påføres, delvis eller i sin helhet, de kostnader som produksjonen påfører andre samfunnsgrupper i form av skader på miljøet, slik at produsenten, gjennom økonomisk tilrettelegging av produksjonen, selv sikrer at det tas hensyn til skader på miljøet. Dette kan for eksempel gjøres gjennom anvendelse av avgifter eller kvoter. Poenget med en slik regulering er at velferdsgevinsten av et bedre miljø varierer med forurensningsgraden: Jo mer forurensning, desto høyere verdi tillegges et forbedret miljø. På den andre siden er det som oftest relativt billig å redusere forurensningen ved et høyt forurensningsnivå, mens det er ganske dyrt å fjerne den siste enhet forurensning. Det er derfor sjeldent optimalt å velge ekstreme prioriteringer, som å forby forurensning helt eller kun å maksimere den privatøkonomiske nytten uten å ta

hensyn til miljø- og helseeffekter.

Metoden kompliseres ytterligere av at miljøeffekter kan være irreversible, slik at en i større grad må ta hensyn til fremtidige generasjoners preferanser når en skal finne optimal belastning. Videre vanskeliggjør manglende viten om miljøeffekter på lang sikt en ønskelig miljøøkonomisk tilnærming. Fastsettelse av verdien for samfunnet av redusert forurensing er også svært mangelfull og når det gjelder plantevernmidler spesielt, kjenner vi ikke til at det er utført noen vitenskapelig dokumentert verdisseting av denne.

Å begrense forurensningen eller risikoen har da noen utfordringer:

- Dagens politiske målsetning er relatert til reduksjon av risiko for skadevirkning på helse og miljø. Dette målet er i noen grad mulig å definere da det utarbeides risikoindikatorer for miljø og helse for de enkelte midler. Det er naturligvis et spørsmål om disse avspeiler skadevirkningene på rett måte. Videre er det viktig hvor vidt disse indikatorene tilfredsstiller krav om en effektiv styring av bruken av plantevernmidler (i jordbruket). Da de i dag brukes til å bestemme avgifter er det et spørsmål om vi har å gjøre med det rette avgiftsnivået, som igjen må vurderes i forhold til (positive) virkemidler, som tilskudd, informasjon og rådgivning. Dette er også diskutert av Archer and Shogren (2001).
- Det er mange ulike brukergrupper av plantevernmidler med ulike insitamenter og innteksteffekter ved å bruke plantevernmidler. Dette medfører at gruppene agerer forskjellig på endringer av virkemidler og informasjon. Målrettede virkemidler krever kunnskap om brukergruppene og konsekvenser for de ulike brukergruppene.
- Miljøeffektene av plantevernmiddelbruk varierer med de naturgitte vilkårene. I noen områder kan et lite tap av plantevernmidler til naturen få alvorlige konsekvenser, mens andre områder er mindre utsatte. Dette gjelder også for effektene på flora og fauna. Men effektens omfang varierer også med midlenes karakter og de objekter, som insekter, ugras, sopp eller annet, som behandlingen er rettet imot.
- En samfunnsmessig ønsket miljøstrategi forutsetter at det er mulig å sammenligne økonomiske og ikke-økonomiske forhold. Velferdstapet ved begrensning av produksjonen kan tilnærmet uttrykkes ved det økonomiske tapet for samfunnet, mens miljøgevinsten vil være uttrykt ved bedre folkehelse, bedre miljø eller en mer attraktiv natur, som det er vanskeligere å sette kroner og ører på. Dette er en utfordring å håndtere i praksis.
- Ofte vil det være en betydelig tidsforskjell mellom bruk av plantevernmidler og skadevirkninger for helse og miljø. I en del tilfeller kjenner en ikke de totale virkningene, spesielt når de først viser seg etter lang tids bruk. Dette taler for at en bruker «føre-var»-prinsippet. Målet som en kan sette for reduksjonen, vil da være en mer politisk avgjørelse.

2.2 Godkjenningsprosedyrer

Et plantevernmiddel er et kjemisk stoff eller en organisme som blir brukt for å forebygge eller verne nytteplanter mot planteskadegjørere. Vekstregulerende midler og nedvisningsmidler blir også behandlet etter samme prosedyre.

Fram til 2004 hadde Landbrukstilsynet hovedrollen i behandlingsprosedyren for søknader om godkjenning av plantevernmidler. De forberedte sakene for Rådet for plantevernmiddel som gjorde en vurdering av agronomisk nytte opp mot helse- og miljørisiko. Landbrukstilsynet var endelig godkjenningsmyndighet. Etter 2004 har Vitenskapskomiteen for Mattrygghet (VKM) tatt over ansvaret for å risikovurderingen av plantevernmidlene. Ved søknad om godkjenning av plantevernmidler utarbeider Mattilsynet en vurdering med henblikk på helse, miljø og agronomisk nytteverdi. Vurderingen gjøres på basis av innsendt dokumentasjon fra tilvirker og tilrådninger om agronomisk nytteverdi og i noen tilfeller miljøegenskaper under norske forhold fra Bioforsk Plantevernet. Disse vurderingene/rapportene er grunnlagsdokumenter for VKM når de risikovurderer midlene. Etter gjennomført vurdering av risiko og agronomisk nytteverdi gjør Mattilsynet endelig vedtak i sakene. Ved godkjenning fastsettes bruksområde, normert arealdose¹ (NAD), maksimalt antall behandlinger, behandlingsfrister, faremerking og avgiftsklasse. Plantevernmidler blir godkjent for en periode på maksimalt fem år av gangen. Diskusjonen og anbefalingene i denne rapporten forutsetter dagens prosedyre for godkjenning av plantevernmidler.

2.3 Bruk av risikoindikatorer som malvariabel for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler

Det er mulig å definere et angitt nivå for reduksjon i risiko ved bruk av plantevernmidler ved hjelp av eksisterende risikoindikatorer for miljø og helse for det enkelte plantevernmiddel. Fokusering på risikoindikatorer betyr at styringen blir bedre enn om en hadde sett på forbruket av midler, blant annet fordi virkning, konsentrasjon og mengde per arealenhet varierer mye mellom de ulike midlene. Det er dog ikke helt ideelt, da vi har å gjøre med potensiell risiko og ikke den aktuelle skaden. For miljørisiko kan den reelle skaden variere mye mellom blant annet geografiske områder og år. Når det gjelder humanhelse, sier risikoindikatoren kun noe om potensiell skade for brukeren. Forbrukeren er tatt hensyn til via føre-var prinsippet. Risikoindikatorerne er såkalte proxier, det vil si tilnærmede mål for plantevernmidlenes skadevirkning. Det å konsentrere innsatsen omkring midlenes risiko for eksponering av miljø og mennesker fremfor generelt å begrense forbruket vil være nærmere en optimal miljøpolitikk (Kærgaard et al. 1999).

¹ Normal arealdose (NAD) er den dosering per dekar som er satt for hvert middel på de eller den arealmessige største anvendelseskulturen (over 50 prosent). Brukes blant annet til å beregne behandlet areal og fastsettelse av kontroll- og miljøavgift ut fra omsetning (Mattilsynet, 2003).

Selv med bruk av risikoindikatorer kan det diskuteres om dette gjenspeiler et reelt uttrykk for skadevirkning. Det er snakk om et komplisert samspill av effekter som sammenveies til et felles miljømål og et felles helsemål. Innen hver indikator må en spørre om de tillegges den rette vektning og hvordan helseskade skal vektlegges i forhold til miljøskade. Og burde helseskade vektlegges sterkere enn miljøskade, da helseskaden påvirker mennesker? Det oppstår en rekke metodiske utfordringer ved å sammenligne ikke-økonomiske med økonomiske variabler.

I dette prosjektet diskuterer vi disse spørsmålene i liten grad, og det er ikke ressurser til å vurdere andre mulige risikoindikatorer eller utarbeide andre nye variabler som måler den økonomiske nytten av redusert risiko ved bruk av plantevernmidler. Vi kan dermed ikke gjøre en verdsetting av helse- og miljøgevinster ved å redusere plantevernmiddelrisikoen (og sammenligne verdien med de kostnader reguleringen er forbundet med). Dette medfører at vi ikke vil gjennomføre en nytte-kostnadsanalyse (også avvist av Bichel-udvalget 1999). Isteden gjennomfører vi en kostnads-effektivitetsanalyse, hvor vi ser på kostnadene for utvalgte politiske virkemiddel og sammenligner dem med utvalgte målvariable for den oppnådde helse- og miljøgevinst. Det vil være en politisk vurdering hvor vidt nytten oppveier kostnadene. Når målet er fastlagt på forhånd, som for eksempel en tallfestet reduksjon av risikoen, kan en finne den mest kostnadseffektive måten å regulere plantevernmidelforbruket, forutsatt at alle tiltak og kombinasjoner av tiltak er vurdert.

2.4 Valg av virkemiddel for redusert risiko

Et miljøpolitisk virkemiddel må avveie samfunnsnytte mot samfunnstap ved redusert risiko ved plantevernmiddelbruk. I jordbruket ligger beslutningen med hensyn til bruken av plantevernmidler hos bonden, som vi forutsetter profittmaksimerer sin produksjon. Derfor må vi formulere politiske rammebetingelser som gjør at bonden tar hensyn til miljø og helse i sin planlegging og bruk av plantevernmidler. Andre brukergrupper, som privatpersoner, har mindre inntektseffekt ved bruk av plantevernmidler, som medfører vurdering av andre virkemidler enn for jordbruket. Både økonomiske, administrative (informasjon) og agronomiske tiltak kan stimulere til redusert risiko ved bruk av plantevernmidler.

2.4.1 Malrettet reguleringsgrunnlag

Målrettet reguleringsgrunnlag sørger for at reguleringer innføres på et grunnlag som sikrer at målet oppnås. Det politiske målet er å redusere helse- og miljøskader ved bruk av plantevernmidler. Relevante målvariable må da være miljø og helse. Til dette brukes risikoindikatorer som de relevante målvariable. Mengde som kunne vært en alternativ målvariable, er ikke direkte eller konsekvent knyttet til reguleringsmålet. Bruk av risikoindikatorer har imidlertid visse svakheter som reguleringsgrunnlag, da miljøindeksen ikke differensieres for viktige forhold som

geografiske forskjeller og naturfølsomhet for miljø og helserisikoindeksen ikke differensieres i forhold til helsefølsomhet (for eksempel ung/eldre, syk/frisk).

Ved valg av virkemiddel for å redusere helse- og miljøskader ved bruk av plantevernmiddel, er effektivitet i økonomisk forstand en viktig vurdering. Det vil si at virkemiddelet sørger for at reguleringsmålet oppnås med lavest mulig kostnader. Med kostnader menes både de kostnader som berørte parter, for eksempel bonden, får på grunn av iverksettelse av virkemiddelet, og den administrative kostnaden som virkemiddelet krever for å fungere etter hensikten.

2.4.2 Økonomiske virkemidler

Avgifter, kvoter og tilskudd er i denne sammenheng de mest relevante økonomiske virkemidlene som kan iverksettes. Avgifter og kvoter er økonomisk negative virkemidler, mens tilskudd er et positivt virkemiddel, sett ut fra brukerens ståsted.

En avgift på en innsatsfaktor vil gjøre denne faktoren dyrere, og en forventer at dette skal føre til at produsentene, i dette tilfellet bøndene, bruker mindre av denne innsatsfaktoren. Priselastisiteten er et mål for hvor mye etterspørselen endres ved en gitt endring i prisen på innsatsfaktoren. Jo mer priselastisk etterspørselen er, jo større reduksjon i etterspørselen blir det av en gitt avgift. Sagt på en annen måte: Dersom etterspørselen er lite elastisk, trengs en relativt stor avgift for å oppnå en viss reduksjon i forbruket. Enkelte innsatsfaktorer (og produkter) kan være av en slik karakter at forbruket ikke endrer seg med prisen på innsatsfaktoren. Etterspørselen er uelastisk. Dette gjelder for eksempel når det ikke finnes noen nære substitutter til den varen som blir pålagt en avgift. Da vil forbrukt mengde ikke endre seg ved økt pris. Det antas likevel at dette er en ekstrem situasjon.

I Norge benyttes differensierte avgifter på plantevernmidler i forhold til den helse- og miljørisiko som det enkelte plantevernmiddel representerer. Et slikt differensiert system gir økonomiske insitamenter til brukeren til å velge plantevernmidler som har lavest potensiell skadevirkning på helse og miljø. En økonomisk vurdering ved valg av plantevernmiddel vil også påvirkes sterkt av det enkelte middels positive effekt på avlingen. Undersøkelser har vist at brukerne ofte hamstrer plantevernmidler før annonserte avgiftsøkninger settes i verk, og da helst midler med høy helse- og miljørisiko (Gundersen 2005). Dette er imidlertid en kortvarig effekt.

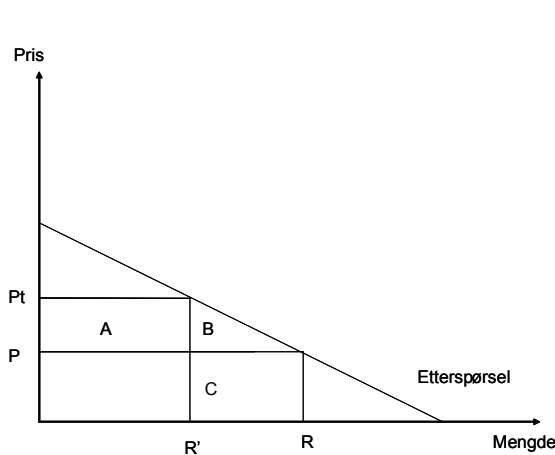
Kvoter er et annet virkemiddel som kanskje i større grad sikrer oppfyllelse av miljømålsetningen, det vil her si krav om risikoreduksjon. Mengdebegrensninger som kvoter er å anse som et økonomisk virkemiddel dersom kvotene gjøres omsettelige mellom forbrukerne. Kvoter krever normalt mer administrasjon enn innføring av avgifter, og dermed høyere administrasjonskostnader. Ved kvoter på plantevernmidler vil hver enkelt forbruker måtte kontrolleres samtidig som etableringen og gjennomføringen av kvotehandel krever et velutviklet administrativt apparat for kontroll og gjennomføring.

Figurene 2.1 og 2.2 nedenfor viser hvordan en avgift kan fungere i teorien. Etterspørselskurven i figur 2.1 er elastisk slik at en prisøkning i form av avgift (fra P til P_t) medfører en redusert etterspørsel og forbruk av plantevernmidler (fra R til

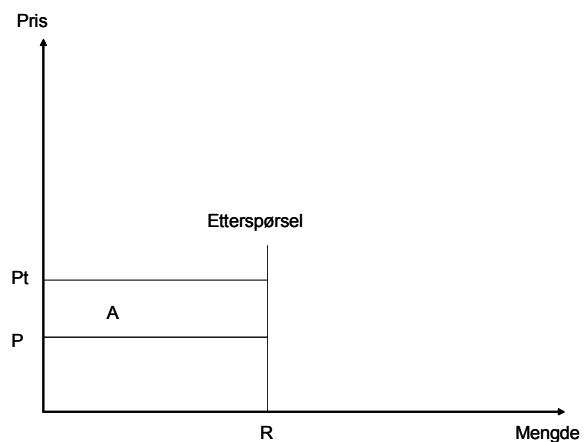
R²). Brukeren taper på avgiftsøkningen tilsvarende område A+B, men sparer også området C. Område A viser inntektene som staten tar inn ved avgiften. Figuren viser ikke hvor mye brukerne betaler for eventuelle substitutter. Figur 2.2 viser en etterspørselsfunksjon som er priselastisk, som medfører at en avgiftsøkning ikke påvirker forbruket. Brukeren taper på avgiftsøkning tilsvarende område A, som er det samme som statens avgiftsinntekt. Dette er også den eneste effekten i dette tilfellet.

Staten kan velge å føre avgiftsinntektene tilbake til brukerne, som for eksempel gjennom tilskudd. Om tilbakeføring skal skje, må dette gjøres på en måte som ikke kommer i konflikt med bruken av avgift som virkemiddel for måloppnåelse for plantevernmiddelbruken. Ellers vil dette gjøre virkemiddelet ineffektivt.

Sammen viser figurene (2.1 og 2.2) at jo mer priselastisk etterspørselen er, jo mindre prisøkning/avgift skal til for å endre forbruket. Priselasititeten avhenger av substitusjonsmulighetene for det enkelte plantevernmiddel. Slik detaljkjennskap til etterspørselelasititeten for hvert middel er antagelig ikke mulig å frembringe, men for grupper av midler burde det være et mål å ha et vist kjennskap til priselasititeten for virkemiddelbruken.



Figur 2.1 Priselastisk etterspørsel og innføring av avgift



Figur 2.2 Uelastisk etterspørsel og innføring av avgift

Forskningsresultater oppsummert av Falconer og Hodge (2000) viser at priselasititeten er lav for plantevernmidler og at politisk akseptable avgiftsnivåer alene har gitt liten effekt på plantevernmiddelbruken. Videre viser resultatene at avgifter i kombinasjon med andre virkemidler, som informasjon og rådgivning, gir positiv effekt i forhold til endring til mer miljøvennlig driftsform i jordbruket.

Økonomisk tilskudd for å redusere risiko ved bruk av plantemidler gir positiv inntektseffekt for brukeren. Dette virkemiddelet er mest egnet å bruke på yrkesbrukere av plantevernmidler, og spesielt jordbruket, og ikke til privatpersoner som bruker plantevernmidler i privathager. Tilskudd er av enkelte forskere ansett å være et lite målrettet og dyrt virkemiddel (Bichel-udvalget 1999). Brukeren må kompenseres tilsvarende areal $A+B$ i figur 2.1 for å redusere plantevernmiddelbruken fra R til R' . Forskning på jordbrukssektoren viser at om samfunnet ønsker driftssystemer i jordbruket som ikke er tilstrekkelig lønnsomme, må det enten utvikles nye og mer privatøkonomiske lønnsomme teknologier eller eksisterende driftssystemer må gjøres mer attraktive gjennom positive virkemidler, som tilskudd og gunstige skatteordninger, i kombinasjon med negative virkemidler som avgifter og juridiske reguleringer (Pannell 2001). Tilskuddsordninger kan være en viktig bidragsyter til en mer miljøvennlig driftsform, selv om det er vanskelig å nå spesifikke reduksjonsmål ved bruk av disse alene.

2.4.3 Agronomiske virkemidler

Bruk av kjemiske plantevernmidler utgjør som regel bare en del av en total plantevern- og dyrkingsstrategi som er valgt ut fra biologiske, økonomiske og praktiske hensyn. Agronomiske tiltak for å redusere risikoen vil dermed omfatte ikke-kjemiske planteverntiltak i tillegg til en miljømessig optimalisering av bruken av kjemiske plantevernmidler.

Forebyggende tiltak

Innen plantevern kan det skilles mellom forebyggende og direkte tiltak. En total omlegning til økologisk drift vil være et sterkt forebyggende tiltak, mens andre typer av forebyggende tiltak kan ha et tidsperspektiv over flere vekstsesonger (for eksempel vekstskifte) eller kan være mer kortsiktige (for eksempel sortsvalg eller såtidspunkt). Viktig for forebyggende tiltak er at de skal sikre planter som er motstandsdyktige mot skadegjørere slik at behovet for kjemisk bekjemping reduseres. Generelt vil god dyrkingspraksis med optimalisert gjødsling og kalking, samt god drenering bidra til dette. God dyrkingspraksis omfatter også bruk av vekstskifte som vil redusere muligheten for oppformering av skadegjørere når det med jevne mellomrom legges inn mer motstandsdyktige vekster. Eksempelvis vil havre og oljevekster i et vekstskifte med bygg og hvete redusere trykket fra soppinfeksjoner som hveteaksprikk og bladflekkssjukdommer. Mekanisk jordarbeiding, høst eller vår, er viktig i bekjempelse av ugras, spesielt mot kveke. Ved overgang til redusert jordarbeiding vil enkelte ugrasarter få bedre vekstvilkår og behovet for sprøyting kan øke. Jordarbeiding kan også redusere bestanden av skadedyr i jord og redusere smitte av plantesjukdommer.

Direkte tiltak

Viktige ikke-kjemiske tiltak mot planteskadegjørere i vekstsesongen omfatter både mekanisk, dyrkningstekniske og biologiske tiltak. Såtida kan utsettes for å få større og sterkere planter ved et eventuelt sjukdomsangrep, mens en kan vurdere tidligere

høsting dersom det er fare for skadedyrangrep sent i sesongen, selv om avlingen da blir noe mindre. Jorddekking med plantemateriale og ulike plast- eller fiberduker og mekanisk kontroll ved radrensing eller harving er svært aktuelle tiltak mot ugras.

Behovsprøvd sprøyting

Behovsprøvd sprøyting er et viktig tiltak for å redusere bruken av kjemiske plantevernmidler og dermed helse- og miljørisikoen. Skadeterskler er sentrale i denne sammenhengen, og ut fra regelmessig kontroll av kulturen kan man sette inn tiltak på rett tid i forhold til når bekjemping vil gi størst effekt biologisk og økonomisk sett (bekjempelsesterskel og økonomisk skadeterskel). Det er utviklet et varslingssystem for planteskadegjørere (VIPS) hvor det utarbeides prognoser for spredning og varsles kommende angrep av viktige skadedyr og soppsjukdommer varsles. Ved hjelp av VIPS ugras får en anbefalinger om dose og middelvalg skreddersydde etter aktuell ugrasflora og voksevilkår. Dette er ment som en beslutningsstøtte for bonden i vurdering om det skal sprøytes eller ei.

Kunnskap om midlene

Risikoen kan reduseres ved å regulere/optimalisere bruken av kjemiske plantevernmidler. Det er viktig å velge riktig preparat og dosering for å få den ønskede effekt, unngå utvikling av kjemikalieresistens og minimere miljørisikoen. Kunnskap er en viktig faktor her. Dagens autorisasjonsordning for kjøp og bruk av plantevernmidler er et viktig tiltak for å spre kunnskap om helse- og miljørisiko samt viktigheten av riktig bruk av preparatene og sprøyteutstyret. Det er også viktig å øke kunnskapen om risikoforskjeller mellom midler, noe brukervennlige risikoindeksjer kan bidra til. Markdager, innspill i samfunnsdebatten/dagspressen, og kursing av veiledertjenesten i landbruket kan bidra til å bringe ny kunnskap fra forskning/forvaltning og ut til brukerne.

Funksjonstesting av sprøyteutstyr inngår som en obligatorisk del av autorisasjonsordningen og gjør at sprøytearbeidet utføres med større presisjon (minimal mengde, jevn spredning).

Autorisasjonsordning

For å kunne kjøpe og bruke plantevernmidler, må yrkesbrukere inneha et autorisasjonsbevis, såkalt sprøytesertifikat, i henhold til Matlovens forskrift om plantevernmidler (26.07.2004 nr. 1138). Autorisasjon gis for ti år av gangen og kan gis til personer over 18 år som har gjennomført kurs og bestått eksamen, samt har et dokumentert yrkesmessig behov for å kjøpe og bruke plantevernmidler. Fylkesmannen eller kommunen kan utstede autorisasjon i henhold til instruks fra Mattilsynet (05.10.2005 nr. 1114), og alle autorisasjoner registreres i Mattilsynets autorisasjonsdatabase.

Merkeordninger

Merkeordninger/produktmerking kan være et effektivt virkemiddel for å minimere risikoen forbundet med bekjempelse av ulike skadegjørere. Slike merkeordninger kan eksempelvis være knyttet til integrert plantevern, som er en plantevernstrategi som kombinerer ulike typer tiltak som er nevnt ovenfor og bygger på planlegging av tiltak før vekstsesongen samt fleksibel gjennomføring av tiltakene gjennom vekstperioden (Hofsvang 2005). Krav om regelmessig oppdatering av kunnskap er også et element i integrert plantevern. Disse elementene må systematiseres gjennom retningslinjer for dyrkingen for eksempel slik som forslått i autorisasjonsordningen. De ulike tiltakene i strategien må knyttes til en poengskala. For at plantedyrkeren skal kunne nytte merket, må han dokumentere at han har oppnådd en minimumspoengsum. Man kan se for seg økonomiske insentiver for en slik minimering av risiko ved oppnåelse av en høyere produktpris. Markeds-mekanismene er imidlertid så bestemmende for produktprisen at det i mange tilfeller vil være vanskelig å ta ut en slik merpris. En annen måte å få slike merkeordninger til å virke er å knytte retningslinjene til KSL (Kvalitetssikring i landbruket) eller autorisasjonsordningen.

2.5 Dagens avgiftssystem for plantevernmidler

Avgiftene på plantevernmidler har siden 1999 vært differensiert i forhold til helse- og miljørisiko. Avgiftssystemet ble evaluert i 2003 noe som medførte økt differensiering mellom midlene med virkning fra oktober 2004 (Spikkerud et al. 2005). Senere besluttet Landbruks- og matdepartementet å øke basisavgiften på plantevernmidler med 0,50 kr/daa, fra 2,00 til 2,50 kr/daa, fra januar 2005, noe som førte til en ytterligere differensiering.

Det er 5 avgiftsklasser for plantevernmidler for yrkesbrukere, hvor avgiftklasse 1 er de midlene som har lavest helse- og miljørisiko. Plantevernmidlenes avgiftsklasse fremkommer ved en kombinasjon av lav-middels-høy indikator for helse- og miljørisiko. På grunnlag av midlenes scoringstall blir de klassifisert etter følgende metode:

Tabell 2.1 Klassifisering i helseklasse

Helseklasse	Scoringstall for helse
Lav	< 8
Middels	8–16
Høy	> 16

Tabell 2.2 Klassifisering i miljøklasse

Miljøklasse	Scoringstall for miljø
Lav	< 4
Middels	4–8
Høy	> 8

Ut i fra helse- og miljøklassen plasseres plantevernmidlene inn i avgiftsklassene 1–5:

Tabell 2.3 Kombinasjoner som gir avgiftklassene 1–5

Helserisiko	Miljørisiko		
	Lav	Middels	Høy
Lav	1	2	3
Middels	2	3	4
Høy	3	4	5

Basisavgiften på 2,50 kr/daa blir multiplisert med en faktor (0,5–9) avhengig av hvilken avgiftsklasse det enkelte plantevernmiddel ligger i. Basisavgiften er gitt per dekar og blir omregnet til avgift per kg eller liter ved hjelp av normert arealdose. Faktorene fordeler seg slik i forhold til avgiftsklassene:

Tabell 2.4 Avgiftsklassenes multipliseringsfaktor for basisavgift

Avgiftsklasse	1	2	3	4	5
Faktor	0,5	3	5	7	9

Formålet med en differensiert avgift avhengig av helse- og miljørisiko er å gjøre avgiftssystemet mer treffsikkert i forhold til å oppnå målet om redusert risiko ved bruk av plantevernmidler. Midler med lavest potensiell helse- og miljørisiko blir pålagt en basisavgift på 1,25 kr/daa mens midlene med høyest risiko blir avgiftsbelagt med 22,50 kr/daa. Dette har til hensikt å motivere til endret atferd slik at brukere skifter fra høyrisiko- til lavrisikomidler. Dette gjelder først og fremst for selve bruken av plantevernmidler, men også utvikling, produksjon og markedsføring av plantevernmidler vil kunne fokusere på lavrisikomidler gjennom økonomiske insitamenter og den informasjonsmengden som ligger til grunn for avgiftssystemet. Dette forutsetter dog at andre land også følger tilsvarende system som Norge; norsk forbruk av plantevernmidler er relativt liten i internasjonal sammenheng. For et nødvendig og effektivt plantevernmiddel i høy avgiftsklasse som det ikke finnes midler som kan erstatte, vil ikke denne differensieringen ha noen særlig effekt for å redusere risikoen, men inntektene til staten vil øke og produksjonskostnadene til bonden vil øke. Kun bruk av lavrisikomidler kan også få negative agronomiske konsekvenser, da dette kan føre til ensidig bruk av plantevernmidler og lettere utvikling av resistens hos skadeorganismene.

2.6 Agronomi og plantevernmidler

2.6.1 Bruk av plantevernmidler

Plantevernmidler brukes til kontroll av ulike grupper skadegjørere, inndelt etter ugrasmidler, soppmidler og skadedyrmidler. I tillegg har vi vekstregulerende midler og nedvisningsmidler som blir behandlet som plantevernmiddel ved godkjenning

og klassifisering.

Plantevernmidlene inneholder ett eller flere aktive stoffer som styrer den biologiske virkningen og selektiviteten til middelet, og ulike tilsetningsstoffer som klebe- og spredemidler som bedrer virkningen og gir sikrere sprøyteresultat. God kjennskap til de aktive stoffenes virkemåte er nødvendig for å gjøre riktig valg av middel, dose, sprøytemetode og –tidspunkt. I moderne plantedyrking inntar kjemiske plantevernmidler en sentral rolle. Slike midler kan virke raskt og effektivt allerede i små mengder, og er svært arbeidsbesparende og kostnadseffektive. Plantevernmidler omfatter også biologiske preparater som inneholder mikroorganismer (nyttesopper eller bakterier) eller makroorganismer (eksempelvis rovmidd og snylteveps) som aktivt organisme.

Kjemiske plantevernmidler klassifiseres etter hvor i planta midlet tas opp, og ut fra dette har vi bladvirkende midler og jordvirkende midler via rota, samt midler med både blad- og jordvirkning. Videre klassifiseres midlene ut fra om de transporteres i planta eller ikke, og vi har henholdsvis systemiske og kontaktvirkende midler.

Avhengig av den biokjemiske virkemåten vil ulike plantevernmidler ha ulik grad av selektivitet overfor målorganismen. Eksempelvis vil kvekemidlet sykloksydin ramme kveke og andre grasarter, mens fenoksyssyrer virker på tofrøblada ugras, mens grasartene forblir uberørte. Begrepet selektive midler blir også benyttet om ugrasmidler som skåner nytteplantene, men bekjemper ugraset eller om insektmiddel som skåner nyttedyrene, men bekjemper skadedyrene. Andre midler er ikke selektive, som totalbrakkeleggingsmiddelet glyfosat.

Vekstregulerende midler benyttes for å redusere lengdeveksten og dermed unngå legde i korn. I prydplanteproduksjonen benyttes vekstregulerende middel for å få ønsket proporsjon mellom de ulike deler av planten. Nedvisningsmiddel blir brukt for å avslutte veksten til kulturplantene. Den mest vanlige bruken av nedvisning er vekstavslutning av potet for å hindre tørråtesmitte fra ris til knoller like før og under opptak. Vekstavslutning i potet kan gjøres både rent kjemisk, der Reglone er det eneste midlet som er godkjent i Norge, eller delvis kjemisk og delvis mekanisk, da med risknusing. Vekstavslutning medfører mindre potetavling enn ved høsting på grønt ris.

Mengde forbrukt middel kan ikke direkte relateres verken til effektivitet overfor skadegjøreren eller helse- og miljørisiko. I de senere år har det kommet flere preparater på markedet med aktive stoff som virker effektivt mot skadegjøreren i lave doser (lavdosepreparater). Yrkesdyrkerne har tilgang på flere preparater av lavdosetypen, mens hobbydyrkeren/hageeieren stort sett får kjøpt klar-til-bruk løsninger og andre preparater med lave konsentrasjoner av aktivt stoff. Sammenlikninger av mengde forbrukt preparat mellom sektorer blir dermed misvisende da det er mengde forbrukt aktivt stoff som er den komponenten av preparatet som er dominerende ved en risikovurdering.

2.7 Risikoindikatorer i forhold til agronomi

Den kanskje største innvendingen mot det etablerte avgiftssystemet basert på risiko for helse og miljø er at agronomiske hensyn kan komme i andre rekke ved valg av middel. Både helse og miljørisiko er i høy grad relatert til iboende egenskaper hos det aktuelle midlet. Avgiften kan føre til store prisforskjeller mellom alternative preparater med mer ensidig middelvalg som resultat. Dette kan på sikt føre til at vi får økt bruk og risiko av følgende grunner:

1. Resistensutvikling. Plassering i ulike avgiftklasser har ført til at sulfonylureamidlene som brukes mot frøgras i korn har blitt vesentlig billigere i bruk enn fenoksyrene (Stabbetorp 2005). Konsekvensen er klar, nemlig at det aller meste av kornarealet sprøytes årlig med sulfonylureamidlene, noe som har ført til merkbar økning i resistente ugras. Dette gjelder særlig vassarve (Wærnhus 2005), men andre arter forventes å følge etter. For å bryte resistensen, må fenoksyrene tas i bruk hvis ikke andre resistensbrytere blir godkjent. Tilsvarende utvikling er tenkbar også for andre skadegjørere.
2. Flerårige ugras. Bruk av fenoksyrene mot frøgraset reduserer også bestanden av tistel og dylle som er plagsomme flerårige arter. De lite risikobelasta sulfonylureaherbicidene har ikke samme virkning mot de flerårige ugrasartene. Det får som konsekvens at en andregangs sprøyting nettopp med fenoksyryrer tvinger seg fram etter en tid. Dette betyr merforbruk av middel og på lang sikt mer bruk av fenoksyrene.
3. Forandring av ugrasflora. Noen tofrøblada ugrasarter er sterkere mot sulfonylureamidlene enn andre. Disse artene blir oppformert ved ensidig bruk av middel i samme kjemiske gruppe f. eks sulfonylurea. På sikt vil en slik endring av ugrasflora føre til massiv overgang til mer fenoksyrebaserte midler.

3 Metode og datagrunnlag

3.1 Kartlegging og analyse

Våre vurderinger av effekter på samfunnet av redusert risiko ved bruk av plantevernmidler, gjennomføres ved hjelp av en kostnads-effektivitetsanalyse som undersøker hvordan risikoreduksjon kan gjennomføres til lavest mulig kostnad. Det er derfor viktig å undersøke de kombinasjoner av midler og vekster som er hardt risikobelastede og som har lite risikobelastede alternativer slik at merkostnaden ved endret plantevernstrategi er lav.

Flere analyser har gjort det klart at bruk av plantevernmidler må oppfattes som skadekontroll, som øker den realiserbare andel av den potensielle produksjonen – og ikke er vanlig innsatsfaktorer som resulterer i høye marginalproduktverdier som uttrykker at det er økonomisk fordelaktig å øke forbruket av plantevernmidler (jf. Waibel et al. 1999; Bichel-udvalget 1999).

Vi har som utgangspunkt gjennomført en kartlegging, som er basert på følgende kilder:

- *Mattilsynets omsetningsstatistikk og SSBs rapporter om «Bruk av plantevernmidler i jordbruket».* Overordnet kartlegger vi omsetningsstatistikken og vurderer den i forhold til bruksmønsterstatistikken for å se hvor stor andel bruken i jordbruket, andre næringsaktiviteter, det offentlige og privathusholdninger utgjør. Dette er vesentlig da jordbruket har et økonomisk tap forbundet med redusert bruk mens den private bruker har et vesentlig mindre inntektstap fra sin produksjon i privathager, men får et estetisk forandret inntrykk.
- *SSBs bruksmønsterstatistikk.* Denne baserer seg på en spørreskjemaundersøkelse til

et utvalg av norske bønder i 2001 og igjen i 2003 og gir informasjon om omfanget av midler brukt på ulike vekster innen jordbruket.

- *Risikoindikatorer fra Mattilsynet.* Dette gir opplysninger om hvilke helse- og miljørisiko de ulike midlene representerer.
- *Ekspertise fra Bioforsk.* Opplegg for kartlegging og detaljer i denne analysen er utarbeidet i samarbeid med Bioforsk

Gjennom bruksmønsterstatistikken har vi fått et bilde av hvilke midler som brukes på hvilke vekster og i hvor stort omfang de brukes. Vi kjenner også til risikoindikatorer for de gjeldende midlene ut fra Mattilsynets modeller for risikovurdering (jf. avsnitt 3.2). Det vil si at vi kan utforme et bilde av ulike risikonivåer og ikke kun hvilke mengder plantevernmidler som benyttes ut ifra bruksmønsterstatistikken. Dette bildet gir oss informasjon om hvilke typer midler som står for den største risikoen, og om dette skyldes at det brukes store mengder totalt, det vil si at de spres på store arealer, eller at det enkelte midlet er særlig risikofyllt å bruke. Vi må da ideelt sett finne produktfunksjoner for alle disse kombinasjoner. Dette er et ressurskrevende arbeid, og prioriteringen av kombinasjoner med største risiko har blitt gjort sammen med Bioforsk. I denne rangeringen vil det være viktig å se på de kombinasjoner hvor midler brukes i stort omfang og hvor det da enten finnes gode alternativer eller ikke gode alternativer eller noe midt i mellom (jf. herbicider til korn). Videre må det vurderes om det finnes gode alternativer eller ikke for kombinasjoner hvor selve midlet er risikofyllt.

3.2 Beregning av risikoindekser

I det følgende beskrives Mattilsynets metode for beregning av helse- og miljørisikoindeksen for hvert enkelt plantevernmiddel, samt hvilket datagrunnlag og tilpasninger som er gjort i våre analyser.

3.2.1 Helse- og miljørisiko

Hvert enkelt middel blir vurdert i forhold til helse- og miljørisiko, som omfatter helse- og miljørisiko ved midlenes iboende egenskaper, samt antatt helse- og miljørisiko ved eksponering ved utblanding og spredning (sprøyting).

Ut ifra helse- og miljørisikoen ved de iboende egenskapene blir midlene klassifisert i fire klasser hvor midlenes helsefaremerking («Meget giftig», «Giftig», «Helseskadelig», «Etsende», «Irriterende») er veiledende. De fire klassene for potensiell helsefare er (Spikkerud et al. 2004):

- Klasse 1: Preparater med lav potensiell fare (faktor 1)
- Klasse 2: Preparater med middels potensiell fare (faktor 2)
- Klasse 3: Preparater med høy potensiell fare (faktor 4)
- Klasse 4: Preparater med meget høy potensiell fare (faktor 8)

Eksposeringen skjer ved blanding eller spredning av midlene. Helserisikoen ved utblanding avhenger av konsentrasjonen av det virksomme stoffet, antall utblandinger og formuleringstypen. Ved spredning er det konsentrasjon av virksomt stoff, behandlingsdose, sprøytet areal og spredemetode som er avgjørende for helserisikoen. Helserisikoen blir klassifisert etter «lav» (faktor 1) eller «høy» (faktor 2 for spredning og faktor 3 under blanding) helsefare for både blanding og eksponering.

Den totale helserisikoen blir beregnet ved å multiplisere faktoren for helsefaren ved iboende egenskaper med faktorene for helsefaren ved blanding og spredning. Den laveste indeksen for helsefare et middel kan ha blir da 1, mens den høyeste er 48. Tabell 3.1 viser hvordan de ulike indekser fremkommer.

Tabell 3.1 Beregning av plantevernmidlenes helserisikoindeks

Iboende egenskaper	Eksposering			
	Under blanding			
	Lav (1)		Høy (3)	
	Under sprøyting			
	Lav (1)	Høy (2)	Lav (1)	Høy (2)
Lav (1)	1	2	3	6
Middels (2)	2	4	6	12
Høy (4)	4	8	12	24
Meget høy (8)	8	16	24	48

Kilde: Spikkerud et al. 2004.

I utgangspunktet tar ikke helserisikoen hensyn til forbruket av middelet ved hver spredning, men angis som risiko per mengde middel omsatt, kg eller liter. Utvikling av helserisikoen over tid beskrives ved å multiplisere helserisikoen med mengde middel (kg eller liter), omsatt eller forbrukt. I våre scenarier forutsetter vi at helserisikoen er koblet til det faktiske forbruket av plantevernmidlene. Scenariene omfatter en tidsperiode på 22 år med spredning av ulike plantevernmidler på 1 dekar av ulike kulturer. Mengde plantevernmiddel fremkommer ved å kombinere normert arealdose for plantevernmiddelet med spredearealet for hvert enkelt middel i de enkelte scenariene. Scenariets helserisiko beregnes ved å multiplisere med helserisikoindeksen for plantevernmidlene. Dette gir følgende formel for å beregne helserisikoen i scenariene:

$$H_{tot,s} = \sum_{i:1}^n ((a_{i,s} / 22) \times NAD_i) \times h_i$$

hvor:

- $H_{tot,s}$ = helserisikoindeks per dekar for scenarie s
- $a_{i,s}$ = spredeareal for plantevernmiddel i og scenarie s
- 22 = totalt spredeareal
- h_i = helserisikoindeks for plantevernmiddel i
- NAD_i = normert arealdose for plantevernmiddel i

3.2.2 Miljørisiko

Beregning av plantevernmidlernes miljørisiko baseres på alle enkeltstoffene i preparatene. I formelen for beregning gis hvert stoff et scoringstall på maksimalt fire poeng for hvert ledd. Disse summeres til en indeks for miljørisiko. Enkelte produkter har så spesielle bruksområder eller egenskaper at den normale metoden for beregning ikke fungerer. Stoffer som benyttes kun i godkjente og beskyttede omgivelser gis miljøindeks 1 uten beregninger. Formelen for beregning av miljøindeks for et plantevernmiddel er som vist under. Vi henviser til Spikkerud et al. (2004) for nærmere beskrivelse av de ulike komponentene av miljøindeksen.

$$m_i = (Tm_i + Tl_i + Tf_i + A_i + U_i + P_i + B_i + F_i + 1)^2$$

hvor:

- m = indeks for miljørisiko
- i = plantevernmiddel
- Tm = scoringstall for meitemark
- Tl = scoringstall for bier og andre leddyr
- Tf = scoringstall for fugl
- A = scoringstall for akvatiske organismer
- U = scoringstall for utvaskingspotensial
- P = scoringstall for persistens
- B = scoringstall for bioakkumulering
- F = scoringstall for formuleringstype

Miljørisikoen angis per spredeareal. Det vil si at for å studere utvikling av miljørisiko over tid multipliseres hvert enkelt middels miljørisikoindeks med spredearealet for middelet i den aktuelle perioden, som oftest år, som igjen summeres. Formelen for total miljørisiko for en periode blir:

$$M_{tot,j} = \sum_{i:1}^n m_{ij} \times a_{ij}$$

hvor:

- $M_{tot,j}$ = total miljørisiko for perioden j
- m_{ij} = Indeks for miljørisiko for plantevernmiddel i og periode j
- a_{ij} = spredeareal for plantevernmiddel i og periode j

Ved kartleggingen av miljørisikoen ved bruk av plantevernmiddel i jordbruket i kapittel 4, benytter vi formelen ovenfor, men da differensiert på type skadegjører (frøugras, skadedyr og sopp) samt vekstregulering og på hvilken kultur plantevernmidlene var brukt i. Utgangspunktet for denne beregningen er SSBs undersøkelse av forbruket av plantevernmidler i jordbruket 2001 og 2003 som også gir informasjon om hvor store jordbruksarealer de ulike plantevernmidlene er spredt på. For andre sektorer som er forbrukere av plantevernmidler (grøntanlegg, golfbaner, privathager bruk m.fl.) har vi ikke informasjon om faktisk spredeareal. Beregning av miljøindeks gjøres da med hjelp av normert arealdose som kombineres med omsatt mengde, registrert av Mattilsynet. Metoden forutsetter at normal arealdose blir fulgt.

I våre ulike scenarier har vi, som nevnt, basert oss på en tidsperiode på 22 år med spredning av ulike plantevernmidler på 1 dekar av ulike kulturer. Miljøindeksen i scenariene fremkommer ved å dividere spredearealet, det vil si hvor mange år eller dekar plantevernmiddelet er brukt i den 22-årige perioden, med det totale arealet, som er 22. Dette gir gode forutsetninger til å vurdere den relative fordelingen av miljørisiko mellom de ulike scenariene. Dette gir følgende formel:

$$M_{tot,s} = \sum_{i=1}^n (a_{i,s} / 22) \times m_{i,s}$$

hvor:

- $M_{tot,s}$ = miljørisiko per dekar for scenarie s
- $a_{i,s}$ = spredeareal for plantevernmiddel i brukt i scenarie s
- 22 = totalt spredeareal
- $m_{i,s}$ = miljørisikoindeks for plantevernmiddel i og scenarie s

Våre beregninger i kapittel 5.2.1 av aggregert helse- og miljørisiko baseres også på en vekstskiftmodell som i store trekk tilsvarende sammensetningen av vekster i seks kornfylker på Østlandet (Østfold, Akershus, Hedmark, Oppland, Buskerud og Vestfold). Til dette har vi benyttet SSBs undersøkelser for arealfordeling av vekster. Vi beregner da helse- og miljørisiko for hver vekst ut ifra en faktisk arealbruk, som summeres for de ulike plantemiddelscenariene. Formelen for dette blir:

$$M_{tot,s,v} = \sum_{i=1}^n (a_{i,s,v} / 22) \times A_v \times m_{i,s}$$

hvor:

- $M_{tot,s,v}$ = total miljørisiko for areal A og vekst v
- $a_{i,s,v}$ = spredeareal for plantevernmiddel i brukt i scenarie s og på vekst v
- 22 = totalt spredeareal
- A_v = reelt vekstareal for vekst v
- $m_{i,s}$ = miljørisikoindeks for plantevernmiddel i brukt i scenarie s

3.3 Modellverktøy og beregninger i analysen

3.3.1 PVNOR-modellen

De agronomiske effektene av ulike plantevernstrategier er hentet fra kjøring av PVNOR-modellen. PVNOR er en dynamisk modell som ble bygd innenfor forskningsprogrammet MILDRI (miljøvennlige driftsformer i landbruket) for å simulere utviklingen av ugras og sjukdommer i korn, behovet for planteverniltak og den resulterende avlingseffekten. Simuleringen skjer over 22 år med historiske værdata. Programmeringsspråket er Powersim 2.51, og en detaljert beskrivelse av modellstrukturen er gitt i Fykse og Tørresen (2001). PVNOR er basert på biologiske data, blant annet årlige variasjoner i ugrasspiring, kulturvekstens respons på ugrastetthet/sjukdomssmitte og effekten av kjemiske og dyrkingstekniske tiltak på ugras og sjukdomsutvikling.

I EU-prosjektet AgriBMPwater ble det utviklet en mer omfattende versjon med flere vekstgrupper, skadegjørere og pesticiddetaljer. Det er denne utvidete versjonen som er brukt i prosjektet og som blir omtalt her.

Modellen er konstruert for å takle alle typer vekstskifte med vårkorn, høsthvete, potet og kvitkål. Jordarbeiding kan ha stor innflytelse på utviklingen av ugras og sjukdommer, og seks ulike jordarbeidingsmetoder er derfor inkludert;

- Harving + høstpløying (Tr)
- Høstpløying (Hp)
- Vårpløying (Vp)
- Høstharving (Hh) (uten pløying)
- Vårharving (Vh) (uten pløying)
- Direktesåing (Ds)

Modellen består av 6 undermodeller – en ugrasmodul for hver av vekstgruppene korn, potet og kål, en sjukdomsmodul for korn og en for potet, og endelig en skadedyrsmul for kål. I ugrasmodulene er ugrasspopulasjonen delt inn i fire grupper: Flerårige enfrøblada ugras, flerårige tofrøblada ugras, enfrøblada frøugras og tofrøblada frøugras. For rotugras opererer modellen med enheten planter per m², men for frøugras bruker den konseptet skadepotensial, ut fra at de mange forskjellige artene har ulik skadeeffekt på kulturveksten.

Ugraset kontrolleres, i tillegg til ved jordarbeiding, med herbicider som kan sprøytes på seks ulike tidspunkt i korn og potet, og på fem tidspunkt i kål. Første mulige sprøyting er i alle kulturer før såing/planting om våren (primært mot flerårige enfrøblada ugras), og siste er på gjenveksten av ugraset ca. en måned etter at kulturen er høstet. I for eksempel vårkorn, vil de aktuelle sprøytetidene være slik:

1. Før jordarbeiding om våren
2. Ved vekststadium 13 (Zadoks et al. 1974) for kontroll av frøugras
3. Ved vekststadium 21-30 for kontroll av flerårige tofrøblada ugras
4. Modent bygg for kontroll av flerårige enfrøblada ugras

5. Like etter høsting for kontroll av frøgras
6. Ca. en måned etter høsting for kontroll av flerårige enfrøblada ugras

Sprøyting mot rotugras skjer kun ved behov, det vil si når de fastsatte tersklene for antall ugras per m² overskrides, mens sprøyting mot frøgras kan være behovsprøvd (ut fra terskelverdier for potensiell skadeeffekt) eller rutinemessig.

I sykdomsmodulen for korn er soppsjukdommene gruppert som mjøldogg (*Erysiphe graminis*), bladflekksjukdommer på bygg (*Drechslera teres* og *Rhynchosporium secalis*) og hveteaksprikk (*Stagnospora nodorum*). I potet er sykdomsmodulen avgrenset til tørråte (*Phytophthora infestans*), og skadedyrsmodulen i kål er konsentrert om kålflue (*Empoasca vitis*). All sprøyting mot plantesjukdommer og skadedyr gjøres i den aktive vekstperioden for kulturveksten, men kun når skadeterskelen for den aktuelle skadegjøreren på det gitte tidspunktet er overskredet.

Avlingsreduksjon forårsaket av skadegjørerne beregnes som prosentandel av potensiell avling, basert på gjennomsnittlige avlingstall for perioden 1967–1997.

De viktigste resultatene modellen leverer er:

- Antall behandlinger med kjemiske og mekaniske midler mot de aktuelle skadegjørerne ved ulike vekstskifter og jordarbeidingsmetoder
- Utvikling av skadegjørerne gjennom simuleringsperioden
- Avlingsreduksjon ved ulike kombinasjoner av vekstskifte og jordarbeiding

Men bakgrunn i kartleggingen hvor vi identifiserer plantevernmidler og vekster som gir høyest miljø- og helserisikoutslag, har vi simulert intensitet av plantevern tiltak og avlingsutslag ved ulike scenarier for tilgang til plantevernmidler, vekstskifte og jordarbeiding. Dette danner grunnlag for beregning av dekningsbidrag for produksjonen ved de ulike scenariene. Scenariene er beskrevet i kapittel 3.3.2 og i vedlegg 1.

3.3.2 Plantevern tiltak - scenarier

Bioforsk har simulert intensitet av plantevern tiltak og avlingsutslag ved 32 ulike scenarier for tilgang av plantevernmidler, vekstskifte og jordarbeiding. Jordarbeidingsmetoder (tradisjonell (stubbharving pluss høstpløying), vårpløying, høstpløying og direktesåing) er tatt med fordi denne faktoren har stor betydning for skadegjørerutviklingen. Scenariene er valgt ut ifra kartleggingen av helse- og miljørisiko for jordbrukets plantevernmidler samt en faglig vurdering av agronomiske muligheter for reduksjon av risiko. Scenariene viser med dette potensielle strategier for reduksjon av risiko i jordbruket. Hovedfokus er å vurdere hvordan et forbud mot typer/grupper av midler eller en reduksjon i bruk av høyrisikomidler vil slå ut for næringen, i forhold til risiko, agronomi og økonomi. En kort beskrivelse av de ulike strategiene følger under. En fullstendig beskrivelse med jordarbeidingsmetoder og vekster i de ulike scenariene er å finne i vedlegg 1.

- Dagens tilgang på plantevernmidler**
 Scenarier: A1, A6, A9, A13, A17, A21, A27 og A28
 Disse scenariene er vårt utgangspunkt hvor det ikke er lagt inn noen tiltak for redusert risiko. De andre scenariene blir vurdert i forhold til dette utgangspunktet.
- Harving mot frøugras, men ellers dagens tilgang på plantevernmidler**
 Scenarier: A2 og A22
 I disse scenariene blir frøugras kontrollert ved harving (2 ganger).
- Ingen bruk av fenoksysyrer, men ellers dagens tilgang på plantevernmidler**
 Scenarier: A3 og A23
 I disse scenariene er midler med fenoksysyrer fjernet, noe som medfører at det ikke er tilgang på gode nok midler mot tofrøbladet rotugras i kulturen.
- Ingen bruk av fenoksysyrer og harving mot frøugras. Ellers dagens tilgang på plantevernmidler.**
 Scenarier: A4 og A24
 I disse scenariene kombineres de to strategiene over, hvor fenoksysyrer er borte og erstattet med harving mot frøugras, noe som medfører at det ikke er tilgang på gode nok midler mot tofrøbladet rotugras i kulturen.
- Ingen bruk av kjemiske plantevernmidler**
 Scenarier: A5, A10, A14, A18 og A25
 Disse scenariene beskriver et totalforbud mot alle plantevernmidler, hvor mekanisk bekjemping, 2 harvinger mot frøugras erstatter ugrasmidler.
- Ingen bruk av glyfosatmidler, men ellers dagens tilgang på plantevernmidler**
 Scenarier; A8, A12, A16, A20 og A26
 I disse scenariene er tiltaket rettet mot ugramidler, hvor glyfosatmidlene er fjernet helt. Ellers samme tilgang på plantevernmidler som utgangspunktet.
- Styrt bruk av frøugrasmidler med ulik virkemate, men ellers dagens tilgang på plantevernmidler,**
 Scenarier: A31 og A32
 Disse scenariene veksler mellom bruk av plantevernmidlene Express og Actril 3D mot frøugras i de 22-årige omløpet.

- **Bruk av lavrisiko soppmidler, men ellers dagens tilgang på ugrasmidler**
Scenarier: A7, A11, A15, A19, A29 og A30

I disse scenariene benyttes en begrenset tilgang på soppmidler, hvor soppmidler med høy risiko er erstattet med midler med lavere risiko, mens ugrasmidlene er uendret i forhold til dagens tilgang.

3.3.3 Beregning av dekningsbidrag² for plantevernscenarier

De økonomiske vurderingene som gjennomføres, baserer seg på dekningsbidragsberegninger av ulike strategier for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler, gjengitt i scenariene. Strategiene er agronomisk modellert i PVNOR, som bestemmer innsatsfaktorer og intensitet i produksjonen. Dette er først og fremst valg av type plantevernmiddel og antall sprøytinger og hvilket avlingsutslag dette gir, men også jordarbeiding og vekstskifter gir økonomiske utslag.

Dekningsbidragene (DB) er beregnet som produksjonsinntekter minus variable kostnader og enkelte faste kostnader som varierer mellom scenariene, som jordarbeiding. Inntekter som er beregnet er salgsinntekten av avlingen samt offentlige tilskudd. Variable kostnader består av såkorn, gjødsel, plantevernmidler og jordarbeidingsoperasjoner. NILFs Handbok for driftsplanlegging 2004/2005 er primærkilden for å beregne priser på variable kostnader og inntekter. Vi bruker gjennomsnittspriser for Østlandets flatbygder. For beregningene er NILFs analyseprogram NORKALK benyttet. Prisene er beskrevet i vedlegg 2.

Avling

Avlingsnivået for korn er gitt av de ulike scenariene utarbeidet av Bioforsk. Potetavling er anslått ut fra NILFs Driftsgranskinger for jord- og skogbruk for gjennomsnittlig potetavling i perioden 1980-2002. Utgangspunkt for avlingen (100 prosent) for de ulike kornartene og potet er som vist i tabell 3.2.

Tabell 3.2 **Utgangspunkt for avlingsniva (kg/daa)**

Bygg	400 kg/daa
Havre	410 kg/daa
Varhvete	440 kg/daa
Høsthvete	500 kg/daa
Potet (matpotet og avrens)	2 700 kg/daa

² Da vår beregning av dekningsbidrag (DB) også omfatter enkelte faste kostnader, som jordarbeiding, kan ikke våre lønnsomhetsberegninger sammenlignes med vanlige dekningsbidragskalkyler. Dette gjelder for all bruk av begrepet dekningsbidrag i rapporten.

Offentlige tilskudd

De offentlige tilskuddene som er relevante i beregningene er tilskudd til endret/reduert jordarbeiding. Satsene vi har brukt er vist i tabellen nedenfor.

Tabell 3.3 Tilskudd til endret jordarbeiding, satser

Type tilskudd	Kr/daa
Ingen jordarbeiding høst, middels erosjonsrisiko	60,00
Lett høstharving	30,00
Direktesadd høstkorn	40,00
Høstkorn etter lett høstharving	30,00

Kilde: Statens landbruksforvaltning

Kostnader til jordarbeiding

Kostnaden ved jordarbeiding er beregnet ut fra timepriser for leie av traktor inklusiv mann og redskap. Timeprisene er brukt til å beregne leiepris per dekar ut ifra en gjennomsnittstid per dekar for de ulike operasjonene. NILFs Handbok for driftsplanlegging har en rekke ulike kilder for innhenting av leiepriser for maskinoperasjoner.

Såkornmengder og settepoteter

Såkornmengdene og mengden settepoteter som er brukt i beregninger av dekningsbidragene er gjennomsnittsstørrelser fra NILFs Handbok for driftsplanlegging.

Plantevernmidler – priser og doseringer

Prisene og doseringene for plantevernmidler er hentet fra Felleskjøpets produktkatalog og prislister for 2005. Da doseringene for det samme middelet varierer med sprøytetidspunkt vil også prisen for tiltakene variere. I vedlegg 2 vises de aktuelle midlene ved sprøyting på ulike tidspunkt mot ugras og sykdommer/sopp i korn og potet. Avgiften per ml eller gram er også vist i tabellen.

3.3.4 Vekstregulering – modellbeskrivelse og scenarier

NILF gjennomførte i 2001 et pilotprosjekt om vekstregulatorer anvendt i korn- og engfrøproduksjon. Prosjektet er nærmere beskrevet i Refsgaard et al. (2001). Formålet med prosjektet var å utvikle en metode for samfunnsmessig nyttevurdering ved den offentlige godkjenning og revurdering av plantevernmidler, og prosjektet ble gjennomført som en casestudie av vekstregulatorer. Denne modellen er blant annet brukt for beregne økonomisk effekt av risikoendring for et scenarium med alle vekstregulatorer godkjent sammenlignet med et scenarium hvor CCC (klormekvatklorid) er forbudt.

Modellen er basert på antakelser om at CCC brukes tidlig i vekstsesongen slik at en har mindre informasjon om sannsynligheten for legde enn ved tildeling av Cerone og

Moddus, som skjer senere i vekstsesongen. På den måten kan en redusere det arealet som tildeles vekstregulator ved bruk av Cerone og Moddus. Modellen sammenligner blant annet risikoutslag og økonomiske overskudd mellom utgangsscenarioet, hvor alle midler for vekstregulering er tillat, med et scenarie hvor CCC er forbudt.

Beregningene av helse- og miljørisikoen er gjort på dekarbasis på bruksnivå. Helse og miljørisikoen per dekar for hver enkelt vekst multipliseres med vekstregulatorens risikoindeks med praktisk dosering per dekar for middelet:

$$M_{i,v} = m_i * D_{i,v}$$

$$H_{i,v} = h_i * D_{i,v}$$

hvor;

$M_{i,v}$ = miljørisiko for middel i og vekst v

m_i = miljørisikoindeks for middel i

$H_{i,v}$ = helse- og miljørisiko for middel i og vekst v

$D_{i,v}$ = doseringer per dekar for middel i og vekst v

Ved oppskalering av helse- og miljørisikoen blir $M_{i,v}$ og $H_{i,v}$ multiplisert med det totale spredearealet for middel i på vekst v . Vekstene i modellen er bygg, havre, vårhvete og høsthvete.

Modellen forutsetter at en behandlingsstrategi kun velges om den forventede atferd på dekarbasis har en positiv økonomisk margin. Den økonomiske marginen er beregnet ved hjelp av dekningsbidragskalkyler per dekar for hver vekst. Moddus og Cerone benyttes imidlertid på et senere tidspunkt i vekstsesongen enn CCC. Ved bruk av Moddus og Cerone har bonden dermed mer informasjon om vekstforholdene det inneværende år og bedre kjennskap til sannsynligheten for legde. I vår analyse har vi forutsatt at en ved bruk av CCC må basere seg på den forventede effekt et gjennomsnittså, slik at eventuelle negative forventede resultater innen en enkelt legdeklasse også kan oppstå om det vektete gjennomsnittet er positivt. Dermed har vi ved bruk av Moddus og Cerone forutsatt at vi har informasjon om hvilken type legdeklasse som vil inntre. Dette betyr at vi baserer oss på den forventede effekt innen hver legdeklasse, hvilket betyr at kun positive forventede effekter ved bruk av vekstregulatorer inngår.

Dekningsbidragskalkylene omfatter kun de produksjonsinntektene og kostnader som endres fra en behandlingsstrategi til en annen. Produksjonsinntektene varierer da avlingsnivået endres i forhold til forventet legdeforekomst. Relevante kostnader som er tatt med i kalkylen er kostnad til innkjøp av veksthemmende midler, kostnad til sprøyteoperasjonen, gjødsel, frakt av korn, høstekostnader og tap av kjerner (spill). Kostnader til for eksempel jordarbeiding, såkorn og sprøyting mot ugras er forutsatt konstante i alle behandlingsstrategiene og er ikke med i differansekalkylene. De økonomiske marginene er derfor ikke direkte sammenlignbare med dekningsbidragskalkylene som er gjennomført på scenarier fra PVNOR-modellen.

4 Kartlegging av kombinasjoner av risikobelastede vekster og midler

Vi har kartlagt forbruket av plantevernmidler og hvor stor helse- og miljørisiko det er innen de enkelte anvendelsesområder, det vil si risikoen forbundet med ulike kombinasjoner av vekster og midler mot skadegjørere. Dette er for å avdekke hva som slår mest ut på totalrisiko av midler med lav risiko brukt på store arealer eller midler med høy risiko brukt i små mengder. Vi har også vurdert hvordan fordelingen er mellom jordbruk, annen næringsaktivitet, offentlig og privathusholdningers forbruk. Dette er vesentlig å vurdere da de ulike næringsaktører ofte vil ha et økonomisk tap ved en nedgang i forbruk, mens tapet for private som oftest kun er et endret estetisk inntrykk og mer manuelt arbeid i hagen.

Vi tar utgangspunkt i de risikoindikatorer for helse og miljø ved bruk av plantevernmidler, som Mattilsynet anvender (Spikkerud et al. 2004). Disse indikatorene er også identiske med grunnlaget for plassering av plantevernmidlene i avgiftsklasser.

4.1 Totalt omsatte mengder og fordeling på sektorer

Det totalt omsatte forbruket av plantevernmidler utgjorde i størrelsesordenen 1,5–2,0 mill. kg eller liter i 2001 og 2003 (se figur 4.1). De omsatte mengdene er brukt innen ulike sektorer, spesielt innen jordbruket inklusiv møller og annen bearbeidningsvirksomhet, men også grøntanlegg, golfbaner, veganlegg og jernbane. Private husholdninger kjøper og bruker plantevernmidler i hagen og på grusgangene.

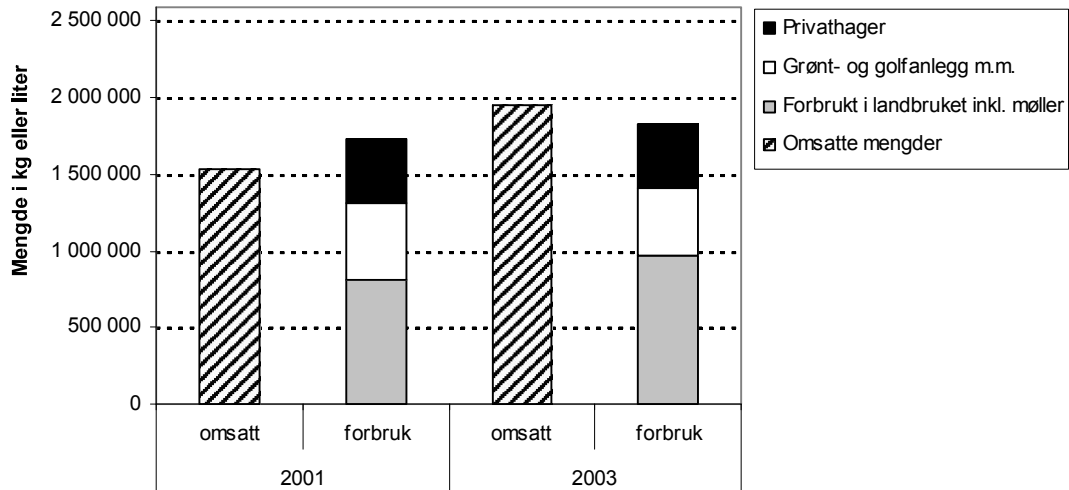
Omsetningsstatistikken korrigeres ikke for lagerendringer og hamstring, slik at det reelle forbruk kan være noe ulikt det som er omsatt. Fra SSBs bruksmønsterstatistikk har vi imidlertid et grunnlag for å vurdere jordbrukets faktiske forbruk. I figur 4.1 ser vi at jordbrukets forbruk mengdemessig kun utgjør 44 og 42 prosent av de totalt omsatte mengder for 2001 og 2003. Legger vi til forbruket på møller (for eksempel beisemidler) og annen bearbeiding blir landbruksandelen på henholdsvis 52 og 50 prosent. Grøntanlegg forbruker 20–30 prosent av omsetningen, mens andelen brukt i privathager er noe lavere. Avviket mellom omsetning og totale mengder forbrukt viser lagerforskyvninger av plantevernmidler i jordbruket. Det ble i 2001 forbrukt større mengder plantevernmidler i jordbruket enn det som var omsatt, mens motsatt var tilfelle for 2003.

Den eksakte fordelingen av midler utenom jordbruket er usikker da det finnes lite dokumentasjon på fordelingen av forbruket av plantevernmidler. Vi har stipulert et forbruk på møller, innen grøntsektoren og privathager ut fra kjennskap til bruk av midlene. Dette er gjort i samråd med eksperter fra Bioforsk. Årsaken til det relativt høye forbruket i kg eller l utenfor landbruket er at midlene brukt i private hager ofte er «klar-til-bruk»-preparater med svært lav konsentrasjon av virksomt stoff per volumenhet. Dessuten blir det brukt store mengder av mosemidler som er et høydoseprodukt. Mengdetallene i figur 4.1 gir liten informasjon om hvilken risiko bruken av disse midlene har for helse og miljø.

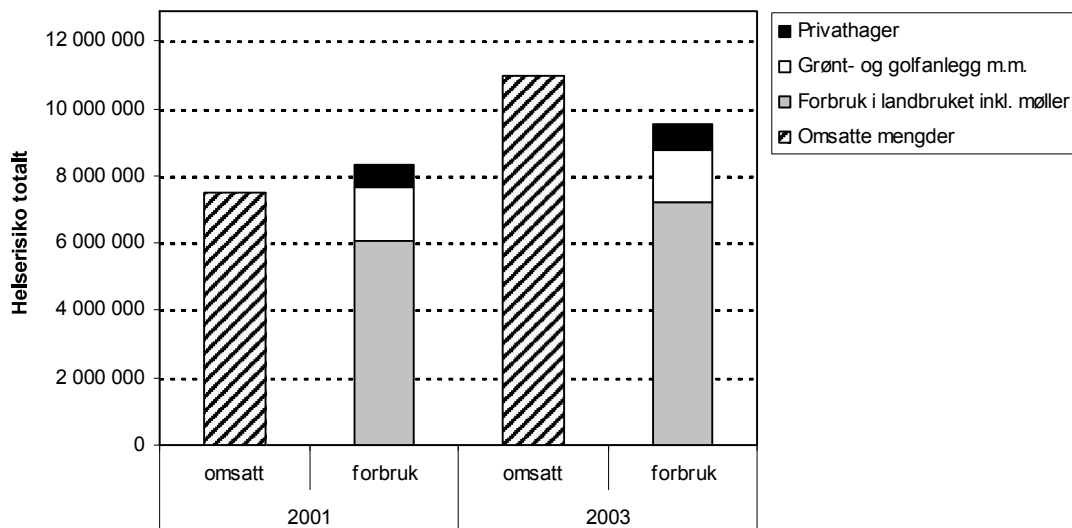
Figurene 4.2 og 4.3 viser anslått fordeling mellom de ulike sektorer uttrykt som helse- og miljørisiko. En ser at jordbrukets forbruk betyr mye mer om man måler i helse- og miljørisiko enn om man måler i mengde (kg eller liter).

Helserisikoen ved bruk av plantevernmidler i jordbruket, inklusiv beisemidler som blir brukt på møllene, utgjør 81 og 66 prosent i henholdsvis 2001 og 2003 av beregnet risiko for totalt omsatt mengde. For miljørisikoen, som er beregnet i forhold til normert arealdose (NAD) viser figur 4.3 at jordbruket står for henholdsvis 116 og 83 prosent i 2001 og 2003. Selv om forbruket, målt i mengde, i jordbruket ikke var høyere enn den totale omsetningen i 2001, viser beregningene av den totale miljøscoren at forbruket i jordbruket resulterte i en større andel av miljørisikoen enn det som ble registrert omsatt. Grøntanleggssektoren står for ca. 5 prosent av omsetningen målt i miljørisiko, mens bruk i privathager ligger på 1 prosent.

Beregningene av miljørisikoen inneholder samme usikkerhet som mengdeberegningene med hensyn til fordeling av omsatt mengde på sektorer utenfor jordbruket. I tillegg forutsetter beregningene av miljørisikoen utenfor jordbruket at normert arealdose blir fulgt ved spredning av plantevernmidlene. For en rekke av plantevernmidlene for bruk i privathager er normert arealdose forbundet med usikkerhet, da spredningen ofte skjer på et svært lite areal samt at noen av midlene kan kjøpes ferdig til bruk (uten utblanding).



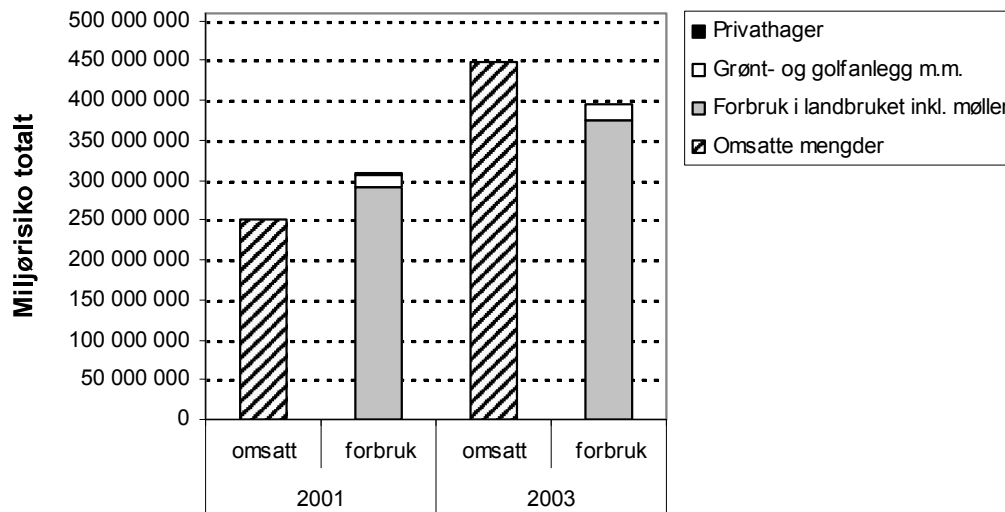
Figur 4.1. Anslått fordeling av mengder mellom sektorer – omsatt versus forbruk



Figur 4.2 Anslått fordeling av helseisiko mellom sektorer - omsatt versus forbruk/skjønn

Kilder:

- Omsatte mengder fra Mattilsynet
- Forbruk i jordbruket basert på SSBs Bruksmønsterstatistikk (Gundersen et al. (2002); Gundersen (2004))
- Forbruk for privathager, møller og grønt-/golfanlegg basert på skjønn etter diskusjoner med Bioforsk
- Risikoindikatorer for helse basert på Spikkerud et al. (2004)



Figur 4.3 Anslått fordeling av miljørisiko mellom sektorer - omsatt versus forbruk/skjønn

Kilder figur 4.1–4.3

- Omsatte mengder fra Mattilsynet
- Forbruk i jordbruket basert på SSBs bruksmønsterstatistikk (Gundersen et al. (2002) og Gundersen (2004))
- Forbruk for privathager, møller og grønt-/golfanlegg basert på skjønn etter diskusjoner med Bioforsk
- Risikoindikatorer for helse basert på Spikkerud et al. (2004)

4.2 Forbruk og risiko utenom landbrukssektoren

Nedenfor er det listet opp midler som er til bruk utenfor primærjordbruket, midler som er brukt i møller som bearbeiding av såvarer eller i skogbruket. Tabellene 4.1 og 4.2 viser risikoen av omsatte mengder plantevernmidler og som medfører høy helse- eller miljørisiko. Helse- eller miljørisikoen utenfor jordbruket stammer hovedsakelig fra ugrasmidler som er brukt enten til ugrasbekjemping ved veger og jernbane, av grøntanleggssektoren eller på privat eiendom. Konsentrerte glyfosatpreparater som Roundup Eco, som utgjør hele 15 prosent av helse- og miljørisikoen utenfor jordbruket, blir også brukt i jordbruket, og vi har vurdert andelen av bruken utenfor jordbruket til å utgjøre ca. 20 prosent av totalforbruket. Totalt utgjør helse- og miljørisikoen for midler brukt utenfor jordbruket 25 prosent av den totale omsetningen i 2001 og 2003. Miljørisikoen fra midler brukt utenfor jordbruket utgjør en mindre andel, 5,5 prosent. Miljørisikoen stammer både fra soppmidler, skadedyrmedisiner og ugrasmidler. Midler brukt i privathager utgjør en mindre andel av den totale miljørisiko enn helse- og miljørisiko. Midler brukt i grøntanlegg og på golfbaner utgjør en dominerende andel av miljørisiko utenfor jordbruksproduksjonen.

Tabell 4.1 Omsatte plantevernmidler til bruk utenfor jordbruket med høy helserisiko, gjennomsnitt 2001/2003

Preparatnavn	Preparat type	Antatt bruk	Helserisiko	Prosent av total helserisiko
Glyfosatpreparater (eks. Roundup Eco)	Ugrasmiddel	Veger, jernbane, grøntanlegg	2 819 920	15,3
Mosefjerner (jernsulfat)	Ugrasmiddel	Privathager	461 364	2,5
Plenrens (fenoksyryrer)	Ugrasmiddel	Privathager	446 107	2,4
Glyfosatpreparater ('klar til bruk')	Ugrasmiddel	Privathager	340 967	1,8
Rest			494 796	2,7
Total			4 563 153	24,7

Tabell 4.2 Omsatte plantevernmidler til bruk utenfor jordbruket med høy miljørisiko, gjennomsnitt 2001/2003

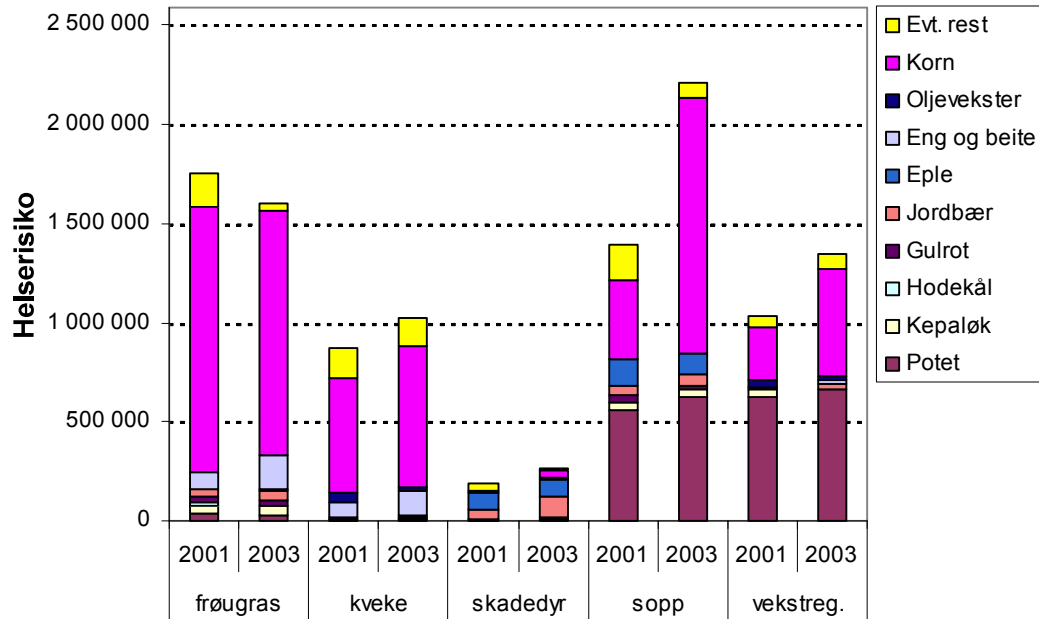
Preparatnavn	Preparat type	Antatt bruk	Miljørisiko	Prosent av total miljørisiko
Rovral 75 WG	Soppmiddel	Grøntanlegg	5 397 760	0,8
Fenoksyryrer (eks. MCPA 750)	Skadedyrmiddel	Grøntanlegg og golf	5 279 024	0,8
Glyfosatpreparater (eks. Roundup Eco)	Ugrasmiddel	Veger, jernbane, grøntanlegg	5 011 641	0,7
Sumi-Alpha	Ugrasmiddel	Grøntanlegg	4 754 533	0,7
Plenrens (fenoksyryrer)	Ugrasmiddel	Privathager	1 661 213	0,2
Croneton	Skadedyrmiddel	Privathager	1 371 416	0,2
Sportak EW	Soppmiddel	Grøntanlegg	1 323 450	0,2
Starane 180	Ugrasmiddel	Grøntanlegg	1 159 661	0,2
Karate 2.5 WG	Skadedyrmiddel	Grøntanlegg	1 080 000	0,2
Rest			3 742 620	0,5
Total			38 719 318	5,5

4.3 Forbruk og risiko i jordbruket

Jordbrukets totale forbruk av plantevernmidler i 2001 og 2003 utgjorde henholdsvis 684 000 og 811 000 kg eller liter, noe som tilsvarer henholdsvis 318 500 og 357 100 kg aktiv stoff. Om en ser bort fra eng- og beitearealer, ble 94 prosent av alt jordbruksareal sprøytet med plantevernmidler, hvilket var 2 prosentpoeng mer enn i 2001. Eng- og beitearealet utgjør to tredeler av det totale jordbruksarealet. Mer detaljert informasjon er gitt i SSB's bruksmønsterstatistikk (Gundersen 2004).

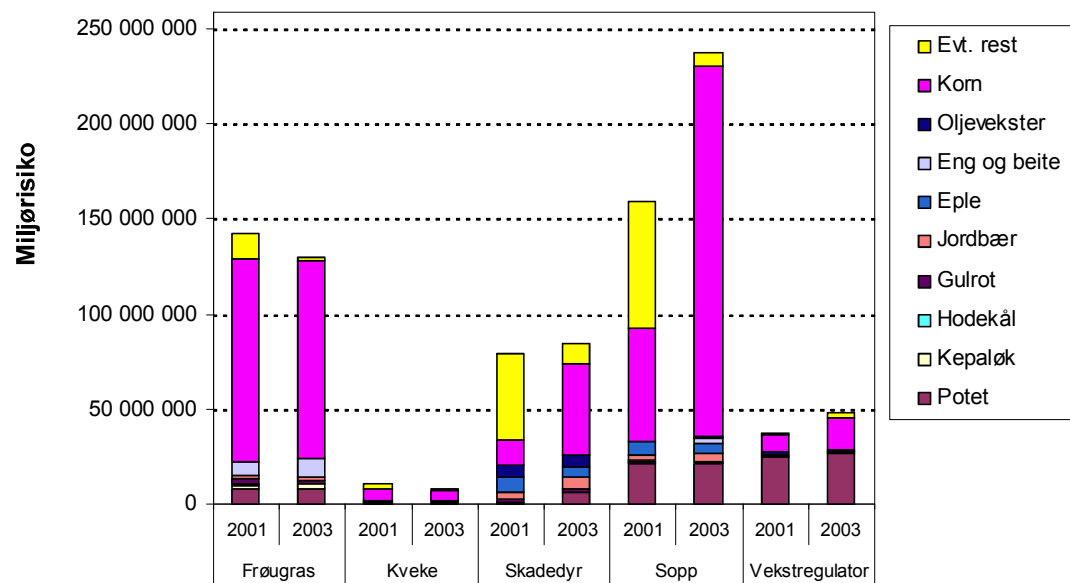
4.3.1 Risiko fordelt på plantevernmidler og vekster

I bruksmønsterstatistikken har en ikke sett på risikoen for de enkelte midler. I figur 4.4 og 4.5 er vist henholdsvis helse- og miljørisiko knyttet til jordbrukets registrerte forbruk av midler og spredeareal for de enkelte vekster og grupper av plantevernmidler. Når en tar utgangspunkt i helserisiko, er det behandlingene mot frøugras, kveke, sopp og vekstregulering i korn, samt behandling mot sopp og vekstregulering (risdreping) i potet som representerer de største mengdene av plantevernmidler. Når vi ser på miljørisikoen, er forholdene noenlunde de samme, men kvekebehandling og vekstregulering i korn har mindre betydning for miljørisikoen relativt sett. En ser også betydelig variasjon i helserisikoen knyttet til soppbehandling mellom årene på grunn av store variasjoner i behandlingsbehovet, med betydelig mer soppbehandling i korn i 2003 enn i 2001.



Figur 4.4 Helserisiko knyttet til jordbrukets forbruk av midler mot ulike skadegjørere

Kilder: Gundersen et al. (2002), Gundersen (2004) og Spikkerud et al. (2004)



Figur 4.5. Miljørisiko knyttet til jordbrukets forbruk av midler mot ulike skadegjørere

Kilder: Gundersen et al. (2002), Gundersen (2004) og Spikkerud et al. (2004)

Tabell 4.3 og 4.4 under viser i prosent hvordan den totale risikobelastningen (helse og miljø) forbundet med plantevernmiddelbruk i jordbruket fordeler seg mellom ulike produksjoner, gruppert etter midler mot skadegjørere og vekstregulering. Tallene er gjennomsnittsverdier for de to årene 2001 og 2003, basert på SSBs undersøkelser (Gundersen et al. (2002); Gundersen (2004)).

Tabell 4.3 viser helserisikofordelingen, hvor kornproduksjonen har høyest risikobelastning for plantevernmidler mot frøgras, kveke og sopp. Eple- og jordbær dyrking, med høy sprøyteintensitet per arealenhet, har høyest helserisikobelastning for midler mot skadedyr, med henholdsvis 37 og 34 prosent. Potetproduksjonen utgjør 33 prosent av helserisikoen forbundet med soppmidler, mens vekstregulator i potet, det vil si midler for nedvisning av planten, utgjør 55 prosent av helserisikoen fra bruk av vekstregulatorer.

Tabell 4.3 Fordeling av total helserisiko i jordbruket ved middelbruken mot skadegjørere og vekstregulering i ulike vekster. Vektet gjennomsnitt 2001 og 2003

	Frøgras	Kveke	Skadedyr	Sopp	Vekstregulering
Potet	2 %	1 %	2 %	33 %	55 %
Kepaløk	3 %	0 %	0 %	2 %	2 %
Hodekal	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Gulrot	2 %	1 %	3 %	1 %	0 %
Jordbær	2 %	0 %	34 %	3 %	1 %
Eple	0 %	1 %	37 %	7 %	0 %
Eng og beite	8 %	10 %	0 %	0 %	0 %
Bygg	39 %	35 %	5 %	16 %	3 %
Havre	19 %	13 %	1 %	0 %	15 %
Varhvete	15 %	14 %	3 %	18 %	6 %
Høsthvete	3 %	6 %	1 %	12 %	10 %
Oljevekster	0 %	4 %	2 %	0 %	2 %
Sum korn	77 %	68 %	10 %	47 %	34 %
Evt. rest ¹⁾	6 %	15 %	11 %	7 %	5 %
Totalt	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

1) Rest oppstår når mengder for plantevernmidler ikke er vekstfordelt av SSB (på grunn av få observasjoner)

Kilde: Gundersen et al. (2002) og Gundersen (2004).

Kornproduksjonen utgjør høyest andel av den totale miljørisikoen i jordbruket for alle grupper plantevernmidler, bortsett fra vekstregulerende midler (tabell 4.4). Potetproduksjonens andel av vekstregulerende midler er på 61 prosent mens kornproduksjonens andel er på 30 prosent. Bruk av plantevernmidler i mindre produksjoner, målt i areal, som kepaløk, hodekål, gulrot, jordbær og eple utgjør mindre enn 10 prosent av miljørisikoen for alle grupper midler.

Tabell 4.4 Fordeling av total miljørisiko i jordbruket ved middelbruken mot skadegjørere og vekstregulering i ulike vekster. Vektet gjennomsnitt 2001 og 2003

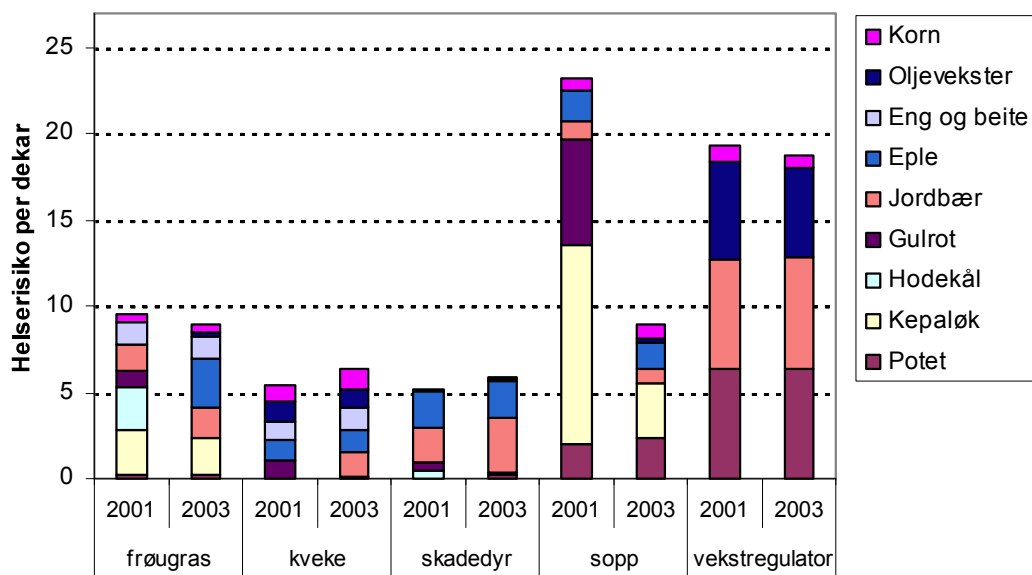
	Frøgras	Kveke	Skadedyr	Sopp	Vekstregulering
Potet	11 %	3 %	4 %	13 %	61 %
Kepaløk	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Hodekal	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %
Gulrot	2 %	1 %	2 %	0 %	0 %
Jordbær	1 %	1 %	6 %	2 %	2 %
Eple	0 %	1 %	8 %	3 %	0 %
Eng og beite	6 %	8 %	0 %	3 %	0 %
Bygg	39 %	34 %	15 %	24 %	2 %
Havre	18 %	12 %	5 %	2 %	13 %
Varhvete	12 %	11 %	14 %	17 %	6 %
Høsthvete	3 %	5 %	3 %	10 %	9 %
Oljevekster	0 %	6 %	8 %	0 %	3 %
Sum korn	72 %	63 %	37 %	53 %	30 %
Evt. rest ¹⁾	6 %	18 %	35 %	27 %	5 %
Totalt	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

1) Rest oppstar nar mengder for plantevernmidler ikke er vekstfordelt av SSB (pa grunn av fa observasjoner)

Kilde: Gundersen et al. (2002) og Gundersen (2004).

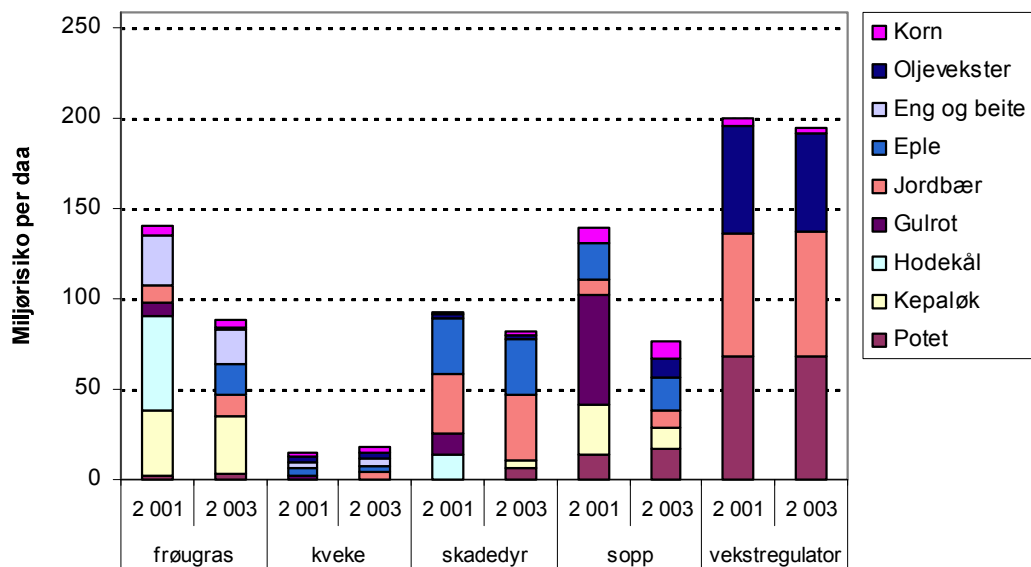
4.3.2 Risiko fordelt pa spredningsareal og vekst

I figur 4.6 og 4.7 er risikoen vist per dekar for de ulike kombinasjoner av vekster og skadegjørere. Disse figurene gir en indikasjon på hvor risikoen er stor. Her er det en tydelig tendens til at en del små kulturer målt i omfang, som poteter, oljevekster, kepaløk, jordbær og eple alle er forbundet med relativt stor risiko målt per arealenhet ved behandling av flere skadegjørere. En ser at vekstregulering av oljevekster, utløperdreping i jordbær og risdreping i potet har store både helse- og miljømessige ulemper. Videre er det stor potensiell risiko ved soppbehandling i kepaløk og i gulrot, som dog varierer mellom årene.



Figur 4.6 Helserisiko per dekar for ulike kombinasjoner av skadegjørere og vekster

Kilder: Gundersen et al. (2002), Gundersen (2004) og Spikkerud et al. (2004).



Figur 4.7. Miljørisiko per dekar for ulike kombinasjoner av skadegjørere og vekster

Kilder: Gundersen et al. (2002), Gundersen (2004) og Spikkerud et al. (2004)

4.3.3 Vekstregulering samt mindre produksjoner med høy innsats av plantevernmidler

Vekstregulatorer i korn

Vi ser i tabell 4.5 at de største spredearealene og mengdene med vekstregulatorer brukes i bygg og havre. Dette har sammenheng med det totale dyrkingsarealet for kornsortene. CCC benyttes ikke i bygg, mens Cerone bare kan brukes i bygg og høstvetete (og rug). Moddus kan anvendes på alle kornartene. Oljevekster blir også vekstregulert, ved bruk av nedvisningsmiddelet Reglone, hvor 6 000 og 3 000 dekar ble behandlet i henholdsvis 2001 og 2003. Forbruket varierer imidlertid betydelig over årene og var vesentlig høyere i 2003 enn i 2001. I tillegg anvendes det vekstregulatorer til grasfrøproduksjon, og denne bruken er inkludert i kategorien «rest» i vår kartlegging av plantevernmiddelbruken (se figur 4.1).

Tabell 4.5 Spredeareal og forbruk av vekstregulatorer i 2001 og 2003 i korn og oljevekster

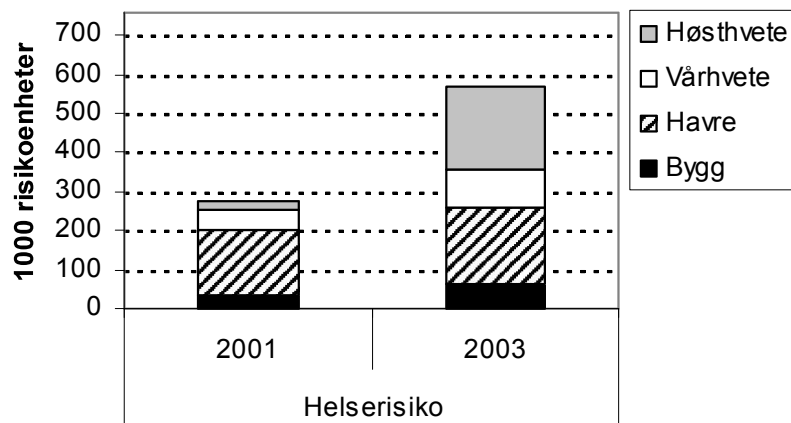
	Areal behandlet, daa		Forbruk, liter					
			CCC		Cerone		Moddus	
	2001	2003	2001	2003	2001	2003	2001	2003
Areal behandlet	298 397	739 238	187 887	328 836	141 647	272 802	101 060	167 098
Bygg	130 523	269 100			5 601	6 595		1 849
Havre	107 678	144 058	13 820	15 839				677
Varhvetete	45 123	92 144	4 616	6 977				916
Høstvetete	15 073	233 936	1 545	15 844		2 307		1 075
Oljevekster ¹⁾	5 965	3 088						
Sum korn ²⁾	298 397	739 238	22 535	40 693	6 183	9 122	2 593	4 517

1) I oljevekster benyttes nedvisningsmiddelet Reglone.

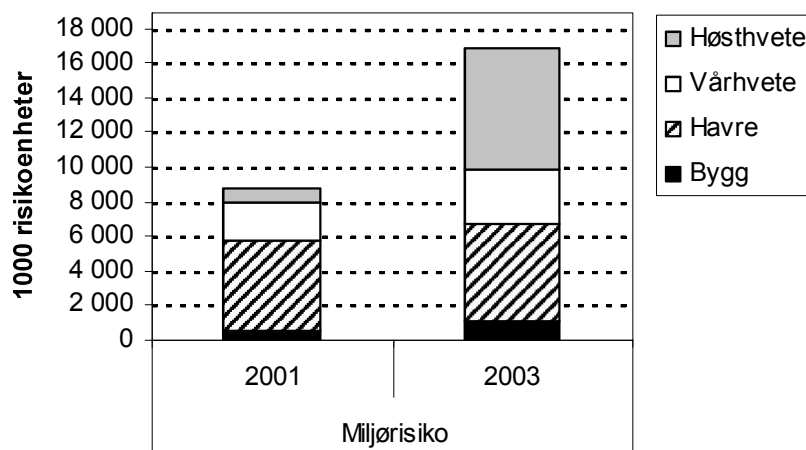
2) Raden «Sum korn» avviker fra summering av vekstenes forbruk, da SSB ikke publiserer tall ved fa observasjoner i enkeltgrupper.

Kilde: Gundersen et al. (2002) og Gundersen (2004).

I figur 4.8 og 4.9 ser vi hvordan risikoen forbundet med bruk av midler til vekstregulering fordeler seg på ulike kornarter. Vekstregulering i høstvetete og havre er de største bidragsyterne. Gjennomsnittlig for 2001 og 2003 stod bruken av vekstregulatorer i havreproduksjonen for 43 prosent av helserisikoen og 42 prosent av miljørisikoen knyttet til bruk av vekstregulatorer. Tilsvarende utgjorde vekstregulering i høstveteteproduksjon henholdsvis 28 og 30 prosent. Dette har sammenheng med at bruk av CCC er forbundet med mye høyere risiko enn Cerone og Moddus, spesielt for miljø. Samtidig er det samlede forbruket av CCC mye større enn forbruket av de to øvrige midlene.



Figur 4.8 Helserisiko forbundet med bruk av vekstreguleringsmidler i korn, fordelt på kornarter



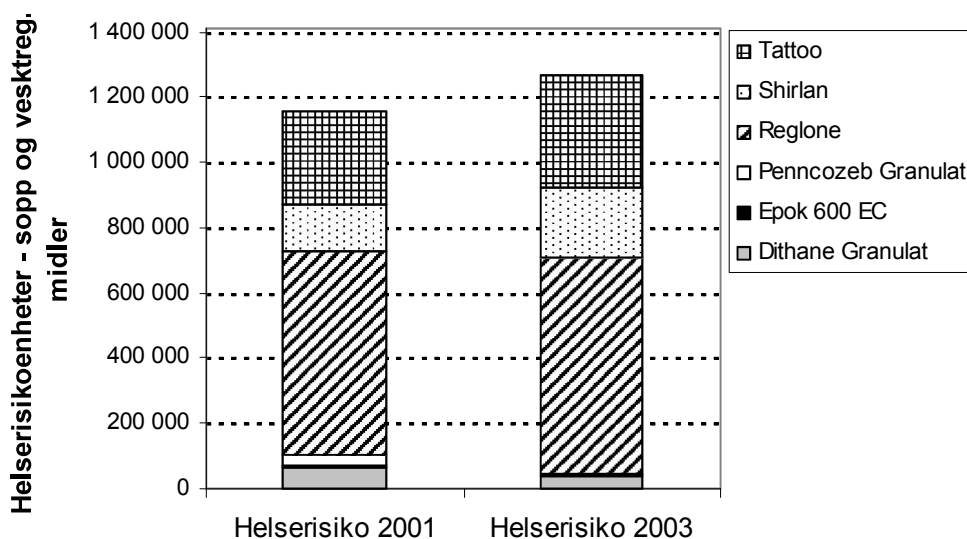
Figur 4.9 Miljørisiko forbundet med bruk av vekstreguleringsmidler i korn, fordelt på kornarter

Vekstavslutning og soppregulering i potet

Av 10,3 mill. dekar dyrket jordbruksareal utgjør potetarealet i gjennomsnitt for årene 2001 til 2004 ca. 147 050 dekar. Sammenlignet med tidligere år har det vært en nedgang fra 189 000 dekar i 1989 til 149 00 dekar i 1999 (Budsjettmemnda for jordbruket 2004a) ca. 70 prosent av arealet ligger på Østlandet. I følge Møllerhagen (2004) går potetproduksjon i Norge mer og mer i retning av spesialisering, slik at færre produsenter produserer de snaut 400 000 tonnene som det er behov for per år. Dette kvantum ble produsert av ca. 7 250 produsenter i 2002. I figurene 5.7 og 5.8 er det vist hvilken helse- og miljørisiko bruk av de ulike midler som brukes mot sopp og risdreping i potet har.

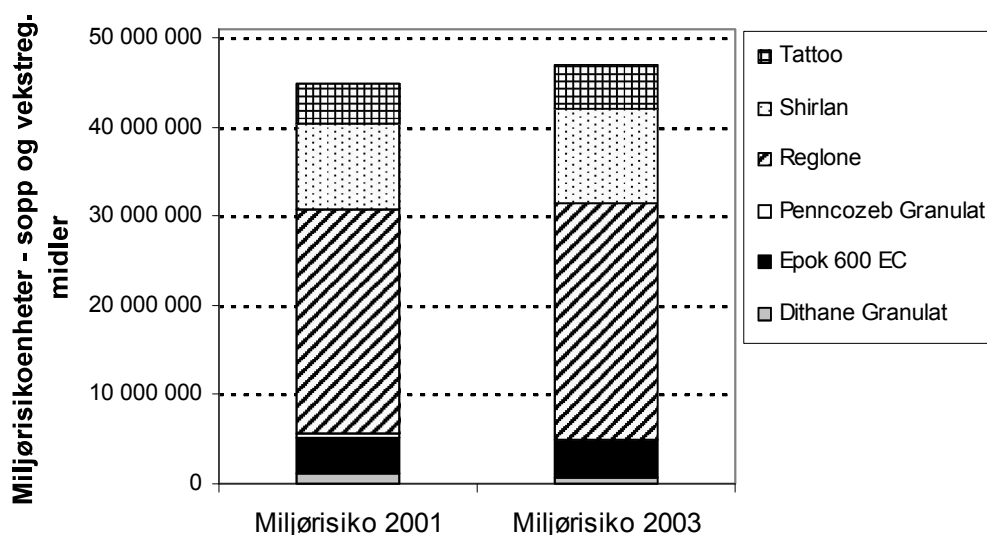
Nedvisningsmiddelet Reglone står for 50 prosent av helserisikoen for midler brukt i potetproduksjonen. Soppmidlene, vist i figur 4.10, omfatter om lag 46 prosent. Soppmidlene står for 37 prosent av miljørisikoen for plantevernmidler i

potetproduksjonen (figur 4.11), og de samme midlene bidrar mest både for helse- og miljørisiko: Shirlan og Tattoo. Reglone bidrar med 44 prosent av miljørisikoen ved bruk av plantevernmidler i potetproduksjonen.



Figur 4.10 Bruk av plantevernmidler mot sopp og vekstregulering i potetproduksjon – fordeling av helseerisiko

Kilde: Spikkerud et al. (2004); Gundersen et al. (2002); Gundersen (2004)



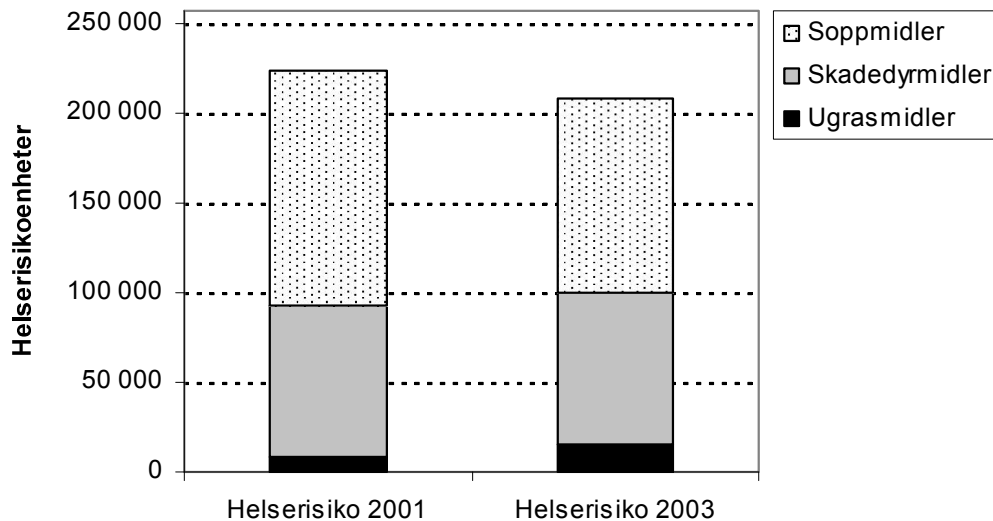
Figur 4.11 Bruk av plantevernmidler mot sopp og vekstregulering i potetproduksjon – fordeling av miljørisiko

Kilde: Spikkerud et al. (2004), Gundersen et al. (2002); Gundersen (2004)

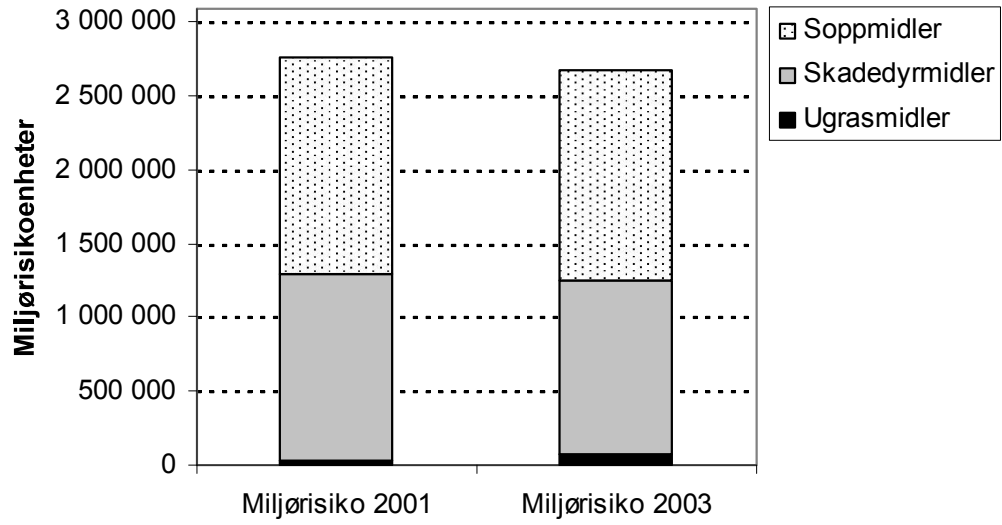
Skadedyr, sopp og ugras i epler

Av 10,3 mill. dekar dyrket jordbruksareal utgjør eplearealet i yrkesproduksjon ca. 0,2 prosent (18 000 dekar). Total epleproduksjon utgjorde i 2004 13 000 tonn (Budsjettnemnda for jordbruket 2004b). Figur 4.12 og 4.13 viser helse- og miljørisiko forbundet med bruk av plantevernmidler mot sopp, skadedyr og ugras i epleproduksjon. I forhold til jordbrukets andel av risikobelastning, utgjør epleproduksjonen 3,7 prosent av helserisikoen og 2,0 prosent av miljørisikoen..

Ugrasmidler brukes i begrenset omfang i epleproduksjonen og det er skadedyrmidler og soppmidler som utgjør helse- og miljørisikobelastningen. I snitt for 2001 og 2003 utgjør skadedyrmidler 39 prosent og soppmidler 55 prosent av risikoen ved bruk av plantevernmidler i epleproduksjonen. For miljørisiko er andelen 45 prosent for skadedyrmidler og 53 prosent for soppmidler. På preparatnivå er det preparatene Gusathion og Thiovit samt soppmidlene Kopperkalk Bayer og Baycor som utgjør en størst andel av den totale helse- og miljørisikoen ved bruk av plantevernmidler i epleproduksjon.



Figur 4.12 Helsersisiko forbundet med bruk av plantevernmidler i epleproduksjon



Figur 4.13 Miljørisiko forbundet med bruk av plantevernmidler i epleproduksjon

5 Analyse av risiko og kostnader

Det er teoretisk mulig å iverksette ulike virkemidler for å oppmuntre til redusert eller endret bruk av plantevernmidler for å redusere helse- og miljørisikoen. For jordbruket vil et forbud, en avgiftsøkning eller redusert tillatt dose medføre et økonomisk tap. Det samme vil være tilfelle for andre kommersielle aktører (golfanlegg mv.) som er brukere av plantevernmidler. Private brukere vil kunne oppleve et estetisk tap, behov for mer manuelt lukearbeid eller en reduksjon i kvalitet og avling i frukt-, bær og grønnsakshagen ved endring av plantevernmiddelbruken. Dette er samfunnsmessige tap, selv om de private brukerne ikke nødvendigvis har et privatøkonomisk tap.

5.1 Relevante produksjoner i jordbruket for analyse

Vi vet fra kartleggingen i kapittel 4 hvilke kombinasjoner av midler og vekster som er mest belastende for helse og miljø og hvor utslaget i helse- og miljørisiko blir størst ved å sette inn virkemiddel for å redusere forbruket. Skal virkemidlene ha effekt, må det finnes alternativer som medfører mindre risiko.

Det finnes alternative planteverntiltak for de store volumproduksjonene, mens det er få alternative behandlingsmåter for de små kulturene. Viktige og aktuelle problemstillinger er knyttet til restriksjoner (forbud) mot midler i småproduksjoner, blant annet innen gartnerisektoren. For grønnsaksproduksjonen, vil et forbud mot middel, for eksempel mot kålflue før alternative metoder er klare, sette produksjonen i fare (Netland et al. 2004).

Ut i fra vår kartlegging av helse- og miljørisiko er det hensiktsmessig å vurdere tiltak for reduksjon av helse- og miljørisiko ved bruk av plantemidler for følgende risikobelastede grupper:

- Risiko forbundet med store produksjonsarealer
 - behandling mot frøugras i korn
 - behandling mot kveke i korn
 - behandling mot sopp i korn
 - vekstregulering i korn
- Risiko forbundet med viktige vekster på mindre produksjonsarealer
 - behandling mot sopp på potet
 - vekstregulering i potet (risdreping)
 - behandling mot skadedyr på eple
 - behandling mot sopp på eple
- Risiko forbundet med intensiv behandling (det vil si høy risiko per arealenhet) – især helse for brukeren
 - behandling mot sopp på gulrot
 - behandling mot sopp på kepaløk
 - vekstregulering i oljevekster
 - vekstregulering i jordbær (utløperdreping)

I den videre analysen har vi valgt å konsentrere oss om de store produksjonene korn og potet, da kartleggingen viser at det er på disse produksjonene potensialet for alternative plantevernstrategier som gir stor reduksjon i helse- og miljørisiko er til stede samtidig som en ikke risikerer det økonomiske grunnlaget for produksjonen.

5.2 Avlingstap under ulike scenarier

Avlingsutslaget ved ulike plantevernstrategier er viktig for inntektsendringene. Vi viser her hvordan de ulike strategiene slår ut i forhold til redusert avlingsnivå. Avlingstapet er gjennomsnittlig tap i løpet av 22 år med de ulike vekstskiftene, og er beregnet i forhold til potensiell avling ut fra avlingstall fra ca. 20 år med dyrkingsforsøk i Norge. I tillegg til de scenariene som vises i tabellene nedenfor, har vi også kjørt 6-årige vekstskifter (A9–A20) i PVNOR-modellen som ikke beskrives nærmere i resultatene. Disse scenariene kan sees i vedlegg 1.

Det er verdt å legge merke til at selv scenarier som tilsvarer dagens tilgang på plantevernmidler og med tradisjonell jordarbeiding (Tr) også har et avlingstap fordi den potensielle avlingen vil være høyere enn den realiserbare. Dette kommer av at ingen metode for plantevern er fullkommen og heller ikke skadefri. Det vil være ugras på åkeren selv etter fullstendig jordarbeiding og sprøyting som gjør skade, avhengig av mengde og type. Det samme gjelder sykdommer som enten ikke er sprøytet på grunn av liten forekomst eller har kommet tilbake etter sprøyting.

Ugrasmidler og harving påfører i tillegg kornplanten noe skade. Endelig blir det skade i åkeren av mye maskinkjøring.

For alle plantevernscenarier gir tradisjonell jordarbeiding, det vil si stubbharving og høstpløying, minst reduksjon, mens direktesåing medfører størst avlingsreduksjon. Størst tap blir det når alle plantevernmidler er fjernet, hvor modellen viser opptil 75 prosent avlingstap ved direktesåing.

Tabell 5.1 3-rige vekstskifter med korn – avlingsreduksjon i prosent (PVNOR-modellen)

Plantevern	Scenarie	Vekstfølge ¹⁾	Avlingstap, prosent		
			Tr ²⁾	Vp/Hp ²⁾	Ds ²⁾
Dagens tilgang	A1a	B,H,VH	6,0	7,2	8,5
	A21	B,H,HH	6,5	7,0	10,0
Harving mot frøgras	A2a	B,H,VH	10,3	11,6	12,8
	A22	B,H,HH	10,2	10,6	14,4
Fenoksysyrer borte	A3a	B,H,VH	7,9	9,8	11,8
	A23	B,H,HH	6,9	7,6	11,3
Harving mot frøgras. Fenoksysyrer borte	A4a	B,H,VH	11,6	14,3	17,9
	A24	B,H,HH	11,7	11,8	15,4
Uten kjemiske midler. Harving mot frøgras	A5a	B,H,VH	38,0	61,0	75,0
	A25	B,H,HH	45,0	60,0	75,0
Glyfosatmidler borte	A8a	B,H,VH	8,3	34,6	54,0
	A26	B,H,HH	17,0	35,0	56,0
Lavisiko soppmidler	A30	B,H,VH	7,0	8,5	10,1
	A29	B,H,HH	7,7	7,9	11,4
Styrt bruk av frøgrasmidler	A31	B,H,VH	6,4	8,1	9,8
	A32	B,H,HH	7,0	7,3	11,1

1) B: bygg, H: havre, VH: varhvet, HH:høsthvete

2) Tr: tradisjonell jordarbeiding (stubbharving og høstpløying)

Vp/Hp: varpløying før varkorn, høstpløying før høstkorn

Ds: direktesaing

Tabell 5.2 Ensidige vekstskifter med korn – avlingsreduksjon i prosent (PVNOR-modellen)

Plantevern	Scenarie	Vekstfølge ¹⁾	Avlingstap (prosent)		
			Tr ²⁾	Vp ²⁾	Ds ²⁾
Dagens tilgang	A6a	B	8,3	9,7	12,0
	A6b	VH	9,8	10,8	13,3
Lavisiko soppmidler	A7a	B	8,3	9,7	12,0
	A7b	VH	9,9	10,9	13,4

1) B: bygg, VH: varhvet

2) Tr: tradisjonell jordarbeiding (stubbharving og høstpløying)

Vp: varpløying

Ds: direktesaing

Tabell 5.3 2-arige vekstskifter med korn – avlingsreduksjon i prosent (PVNOR-modellen)

Plantevern	Scenarie	Vekstfølge ¹⁾	Avlingstap (prosent)	
			Vp/Hp ²⁾	
Dagens tilgang	A1b	B,HH	9,7	
Harving mot frøugras	A2b	B,HH	14,2	
Fenoksysyrer borte	A3b	B,HH	10,3	
Harving mot frøugras. Fenoksysyrer	A4b	B,HH	15,3	
Borte				
Uten kjemiske midler. Harving mot frøugras	A5b	B,HH	66,0	
Glyfosatmidler borte	A8b	B,HH	41,5	

1) B: bygg, HH: høstvetete

2) Vp/Hp: varpløying før varkorn, høstpløying før høstkorn

Tabell 5.4 Vekstskifter med potet og korn (bygg, potet, varhvetete), varpløying – avlingsreduksjon i prosent (PVNOR-modellen)

Plantevern	Scenarie	Avlingstap (prosent)	
		Korn	Potet
Dagens tilgang	B1	8,2	8,4
Harving mot frøugras	B2	10,8	9,6
Harving mot frøugras Mekanisk radrensing i potet	B3	11,9	10,8
Fenoksysyrer borte			
Lavrisiko soppmidler	B4	12	11,3

5.3 Volumstore produksjoner – ugras, kveke, sopp i kornproduksjon

Kornarealet utgjorde i 2004 3,2 mill. dekar av totalt 10,3 mill. dekar dyrket jordbruksareal. Et forbud mot noen av midlene brukt i volumstore vekster som korn med mindre behandlingshyppighet, vil ikke få så store konsekvenser for brukeren da substitusjonsmulighetene er større enn for midler brukt i mange småproduksjoner. Derimot er det nødvendig å vurdere hvordan forbud påvirker ugrasutvikling og utslag på avling på lengre sikt. Dette er gjort ved hjelp av modellverktøyet PVNOR, hvor langsiktige konsekvenser av ulike tiltak på skadegjørerutviklingen modelleres og relateres til avlingsutslag (Fykse og Tørresen 2001). Modellen simulerer også effekten av alternative mekaniske tiltak som må settes inn for å kontrollere ugraset. Dette er brukt til å beregne økte produksjonskostnader på grunn av restriksjoner i plantevernmiddelbruken. Vi har på denne måten beregnet de økonomiske og risikomessige konsekvensene av endret plantevernmiddelbruk i kornproduksjonen over en lengre periode.

5.3.1 Resultater per arealenhet

I figur 5.1 vises resultatene per dekar for helse- og miljørisiko og dekningsbidrag for 3-årig vekstskifte med bygg, havre og vårhvete. Figur 5.2 inneholder samme informasjon for 3-årig vekstskifte med bygg, havre og høsthvete. Dette tilsvarer de scenariene vi kombinerer når vi aggregerer i forhold til faktisk arealfordeling i kapittel 5.3.2.

Dekningsbidragene er beregnet uten areal- og kulturlandskapstilskudd, men tilskudd til endret jordarbeiding er inkludert. Våre beregninger viser at direktesåing slår ut negativt på helse- og miljørisiko sammenlignet med tradisjonell jordarbeiding og vårpløying. Direktesåing gir derimot et høyere dekningsbidrag enn de andre jordarbeidingsmetodene, hovedsakelig på grunn av at lavere kostnader til maskinkjøring gir større utslag enn lavere avling i våre beregninger. Resultatene kan leses på ulike måter, vi velger her å sammenligne resultatene innenfor hver jordarbeidingsmetode. Se også tabellvedlegg 3 for annen oppstilling av resultatene.

Tradisjonell jordarbeiding - bygg – havre – varhvete (jf. figur 5.1)

Ved tradisjonell jordarbeiding oppnår utgangssceneriet «dagens tilgang på plantevernmidler» 214 kr i dekningsbidrag, 50 miljørisikoenheter og 0,7 helserisikoenheter per dekar. Både helse- og miljørisikoen øker relativt mye ved fjerning av plantevernmidler mot tofrøbladet frøgras og erstatter dette med ugrasharving. Dette kommer av at modellen beregner økt behov for fenoksyryrer mot tofrøbladet flerårig ugras senere i vekstsesongen, som dermed gir høyere risiko. Avlingstapet og harvingen mot frøgras medfører at dekningsbidraget reduseres til 139 kr, en nedgang på 35 prosent.

Fjerning av alle midler med fenoksyryrer mot frøgras gir ingen endringer i helserisiko, mens miljørisikoen øker med 22 prosent. Dekningsbidraget reduseres med 17 prosent. Om en i tillegg harver mot frøgras, reduseres miljørisikoen med 4 prosent, helserisikoen forblir uendret, mens dekningsbidraget reduseres med 40 prosent. Når alle plantevernmidler er fjernet, er det åpenbart ingen risiko ved bruk av plantevernmidler, men avlingene og dekningsbidraget går også kraftig ned (92 prosent nedgang i dekningsbidrag).

Fjerning av glyfosatmidler (for eksempel Roundup Eco) fører til en økning av helserisikoen med 46 prosent, fra 0,7 til 1,0 risikoenheter per dekar, som kommer av behov for økt spredning av ugrasmidler når kornet er 4–5 blad. Miljørisikoen øker med 28 prosent. Avlingstapet uten glyfosatmidler ved tradisjonell jordarbeiding er ikke drastisk i forhold til de andre jordarbeidingsmetodene; dekningsbidraget reduseres med 7 prosent.

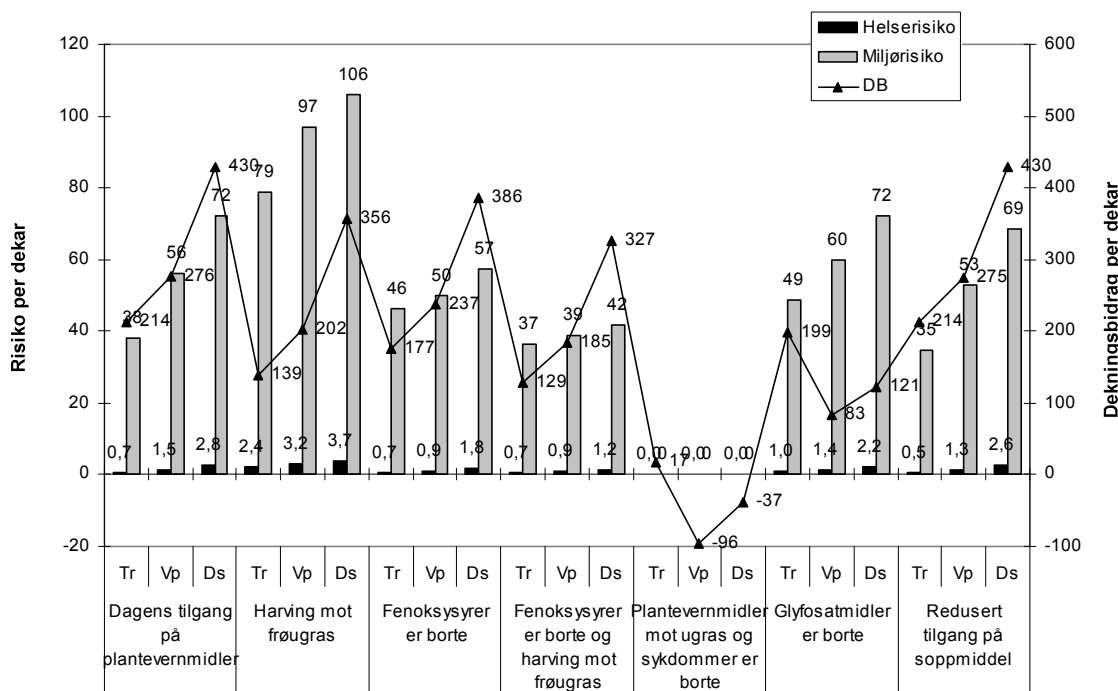
Redusert tilgang på soppmidler gir en nedgang i helse- og miljørisiko på henholdsvis 27 og 10 prosent, mens dekningsbidraget er på samme nivå som ved scenariet «dagens tilgang på plantevernmidler». Ved tradisjonell jordarbeiding gir dette planteverniltaket det beste modellresultatet for bygg, havre og vårhvete. Tiltaket gir utslag i redusert risiko samtidig som reduksjonen koster minst.

Vårpløying - bygg – havre – varhvete (jf. figur 5.1)

Vårpløying gir både høyere risikoverdier og dekningsbidrag enn tradisjonell jordarbeiding. Vårt utgangsscenarie viser 1,5 helserisikoenheter per dekar, 56,4 miljørisikoenheter per dekar og et dekningsbidrag på 276 kr. Samtidig viser modellen at ulike plantevernstrategiene gir større utslag i form av lavere risikoverdier. Harving mot frøugras fører derimot til høyere risiko enn utgangspunktet, samtidig som dekningsbidraget reduseres. Fjerning av fenoksyryrer reduserer helserisikoen med 38 prosent og miljørisikoen med 11 prosent, samtidig som dekningsbidraget reduseres med 14 prosent. I tillegg gir harving mot frøugras også positive utslag for risikoreduksjon, med henholdsvis 38 og 31 prosent risikoreduksjon for helse og miljø. Dekningsbidraget reduseres med 33 prosent. Uten noe bruk av plantevernmidler går dekningsbidraget ned med 135 prosent. Uten glyfosatmidler reduseres helserisikoen med 5 prosent mens miljørisikoen øker med 6 prosent. Avlingen og dekningsbidraget går vesentlig ned uten glyfosatmidler; 70 prosent. Den siste plantevernstrategien med redusert tilgang til soppmidler gir en reduksjon på 13 prosent, og en beskjeden miljørisikoreduksjon på 6 prosent. Dette gir samtidig minimalt utslag i redusert dekningsbidrag og virker som et gunstig tiltak ut ifra modellen.

Direktesåing - bygg – havre – varhvete (jf. figur 5.1)

Ved vårt utgangsscenarie gir direktesåing 2,7 helserisikoenheter per dekar, 72,1 miljørisikoenheter per dekar og et dekningsbidrag på 430 kr. Tendensen er den samme som for vårpløying; plantevern tiltakene ser ut til å slå kraftigere ut sammenlignet med tradisjonell jordarbeiding, men risikoreduksjonen ved de ulike tiltakene kompenseres ikke for utgangsverdiene, som er høyere enn ved tradisjonell jordarbeiding og vårpløying. Å fjerne fenoksyryrer kombinert med harving mot frøugras gir størst risikoreduksjon; 55 prosent helserisiko og 42 prosent miljørisiko. Dekningsbidraget reduseres da med 24 prosent. Å fjerne glyfosatmidlene gir liten risikoeffekt, spesielt miljørisiko, sammenlignet med hva det koster. Ved å redusere tilgangen på soppmidler reduseres helserisikoen med 7 prosent og miljørisikoen med 5 prosent, uten at det gir noen endring i dekningsbidrag.



Figur 5.1 Helse- og miljørisiko og dekningsbidrag per dekar fra plantevernscenarier med 3-årig vekstskifte (bygg, havre og vårhvete). PVNOR-scenarier A1a-A5A, A8a og A30

Tradisjonell jordarbeiding - bygg – havre – høsthvete (jf. figur 5.2)

Vekstskifter med bygg, havre og høsthvete gir høyere risikoverdier og dekningsbidrag enn vekstskifter med bygg, havre og vårhvete. Ved tradisjonell jordarbeiding gir vårt utgangsscenario som tilsvarer dagens tilgang på plantevernmidler vekstskiftet med høsthvete henholdsvis 55 og 39 prosent høyere helse- og miljørisiko sammenlignet med vekstskiftet med vårhvete. Dekningsbidraget er 16 prosent høyere.

Fjerning av fenoksyser kombinert med harving mot frøugras gir en helse- og miljørisikoreduksjon på henholdsvis 11 og 36 prosent, noe som er vesentlig bedre enn ved vekstskiftet med vårhvete, mens dekningsbidraget reduseres med 36 prosent, en noe mindre reduksjon. Et forbud mot glyfosatmidler vil her gi en reduksjon på 9 prosent helserisiko og 2 prosent miljørisiko. Dekningsbidraget vil derimot også reduseres med over 30 prosent. Redusert tilgang på soppmidler gir relativt sett stort utslag både på helse- og miljørisiko (18 og 15 prosent), og dekningsbidraget går ned 3 prosent. I følge modellen, virker dette igjen som det mest kostnadseffektive virkemiddelet, forutsatt tradisjonell jordarbeiding.

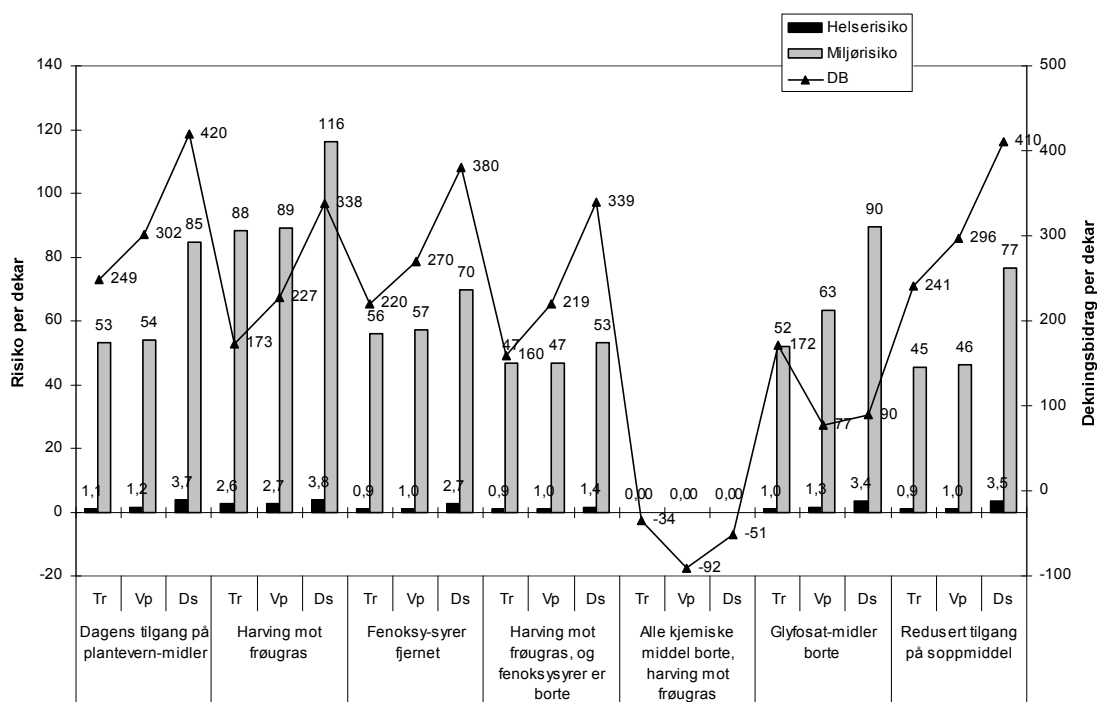
Varpløying - bygg – havre – høsthvete (jf. figur 5.2)

«Varpløying» med høsthvete betyr høstpløying før høsthvete (hvert tredje år) og dermed ingen vårpløying det året det er høsthvete på åkeren. Generelt gir denne jordarbeidingsmetoden høyere risiko enn ved tradisjonell jordarbeiding. Fjerning av

glyfosatmidler gir økte risikoverdier, mens fjerning av fenoksyssyrer kombinert med frøgrasharving, samt redusert tilgang på soppmidler gir høyest reduksjon i risiko (sett bort i fra total forbud mot alle midler). Redusert tilgang på soppmidler gir lavest reduksjon i dekningsbidrag, 2 prosent reduksjon.

Direktesåing - bygg – havre – høstvetete (jf. figur 5.2)

Direktesåing øker generelt behovet til bruk av plantevernmidler, og direktesåing gir også her høyere risiko sammenlignet med de andre jordarbeidingsmetodene. Men det gir også et høyere dekningsbidrag. Effekten av plantevern tiltakene er bedre, men igjen så er ikke reduksjonen stor nok til at risikoverdiene kommer på samme nivå som de andre jordarbeidingsmetodene. Sett bort ifra totalt fjerning av alle midler, oppnår størst risikoreduksjon med fjerning av fenoksyssyrer kombinert med harving mot frøgras; henholdsvis 62 og 38 prosent helse- og miljørisiko, med et tap på 19 prosent i dekningsbidrag. Mest kostnadseffektivt ser redusert tilgang på soppmidler ut til å være; 5 og 9 prosent reduksjon i helse- og miljørisiko og 2 prosent reduksjon i dekningsbidrag.



Figur 5.2 Helse- og miljørisiko og dekningsbidrag per dekar fra plantevernscenarier med 3-årig vekstskifte (bygg, havre og høstvetete). PVNOR-scenarier A21-A26 og A28

5.3.2 Aggregerte resultater - kornfylkene på Østlandet

I kapittel 5.3.1 har vi sett på risiko per dekar ved to 3-årige skifter. I dette avsnittet vil vi se på risiko ved å aggregere til tilnærmet hele kornarealet i Norge. Vi har valgt å bruke arealet for seks Østlandsfylker på 2,6 mill. dekar, hvilket tilsvarer av 81 prosent av kornarealet i Norge (totalt 3,2 mill. dekar). Dette med bakgrunn i at scenariemodelleringen i PVNOR baserer seg på forsøksdata fra Østlandet og fordi disse fylkene er de viktigste kornfylkene med hensyn til andel av brukernes/bøndernes inntekt (Budsjettnemnda for jordbruket 2004). De seks kornfylkene Østfold, Akershus, Hedmark, Oppland, Buskerud og Vestfold hadde for årene 2001–2004 i gjennomsnitt følgende sammensetning av korn (tabell 5.5):

Tabell 5.5 Kornareal i Østlandsfylkene som gjennomsnitt for 2001–2004 i 1000 dekar

	Varhvet	Høsthvete	Bygg	Havre	Rug og rughvete	Olje- vekster	Totalt
Areal i Østlands- fylker ¹	470	217	1 111	742	38	87	2 665
Fordeling av vekster	18 %	8 %	42 %	28 %	1 %	3 %	100 %
Fordeling ved et 6- årig omløp: B, H, VH, B, H, HH	16,5%	16,5%	33,5%	33,5%			100%

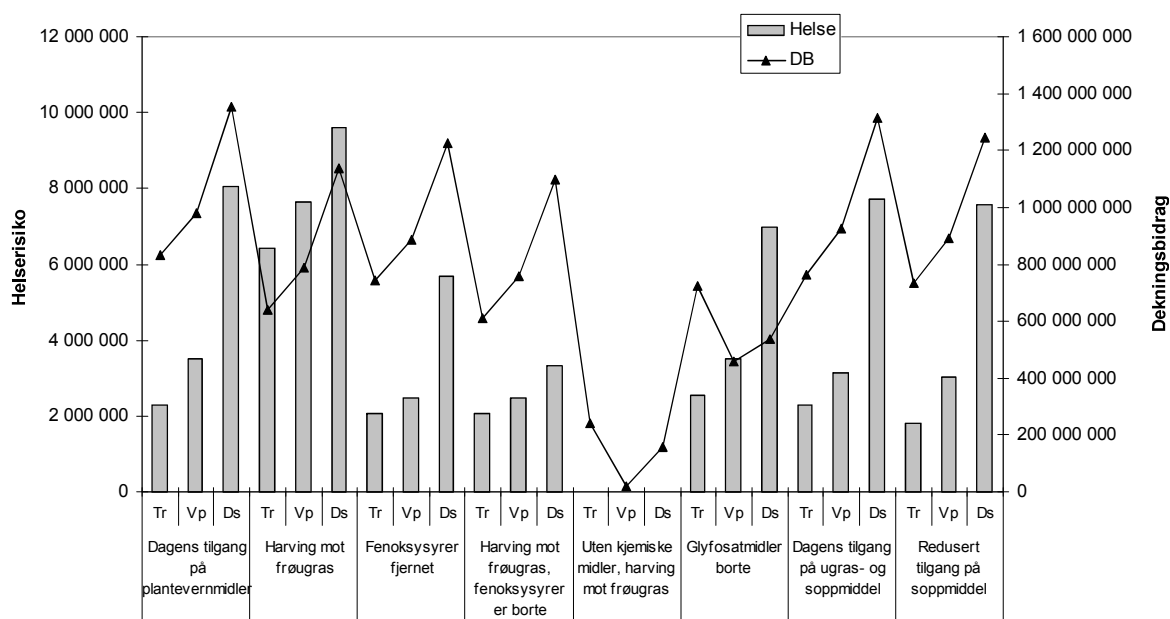
1) Østfold, Akershus og Oslo, Hedmark, Oppland, Buskerud og Vestfold

Kilde: Statistisk sentralbyrå (2005)

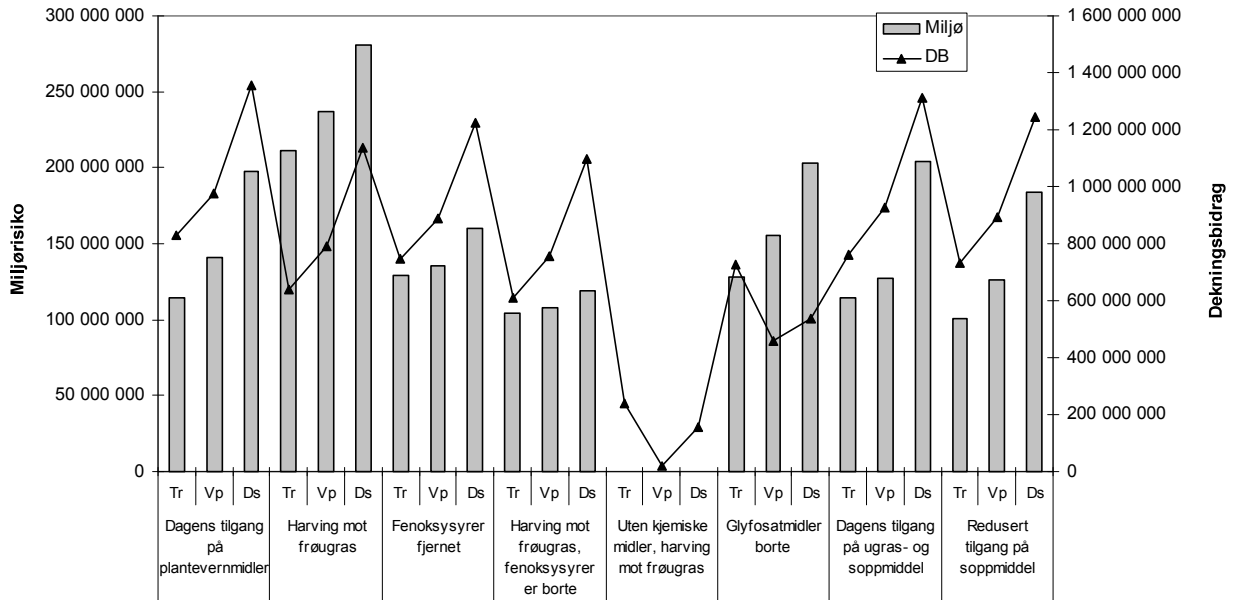
I figurene under er vist resultatene for ulike plantevernscenarier for det 3-årige vekstskiftet bygg, havre, vårhvet (scenarier A1a–A5a, A8a, A28 og A30) og det 3-årige vekstskiftet, bygg, havre, høsthvete (scenarier A21–A27 og A29). For hvert scenarium er de to vekstskiftene summert og multiplisert med det totale arealet av de fire kornvekstene. Slik tilsvarer resultatene for hvert enkelt scenarium et 6-årig vekstskifte som i grove trekk avspeiler den reelle arealfordelingen på Østlandet mellom kornvekstene havre, høsthvete, bygg og vårhvet, selv om byggarealet blir for lavt og fordelingen mellom vårhvet og høsthvete ikke blir helt riktig (se tabell 5.5) Areal- og kulturlandskapstilskudd er lagt til for disse kornarealene, noe som forbedrer økonomien slik at alle scenariene gir et positivt dekningsbidrag.

Tilsvarende som for resultatene i kapittel 5.3.1, ser vi av figur 5.3 og 5.4 at det ikke kun er forskjeller mellom de enkelte strategiene for redusert risiko ved bruk av plantevernmidler, men også forskjell mellom type jordarbeidingsmetode. Dette henger sammen med at jordarbeidingsmetode påvirker utviklingen av skadegjørerne. Det er en generell trend i resultatene at direktesåing kommer dårligst ut med hensyn til helse- og miljørisiko, så vi vil fokusere på de øvrige jordarbeidingsmetodene i den videre diskusjonen.

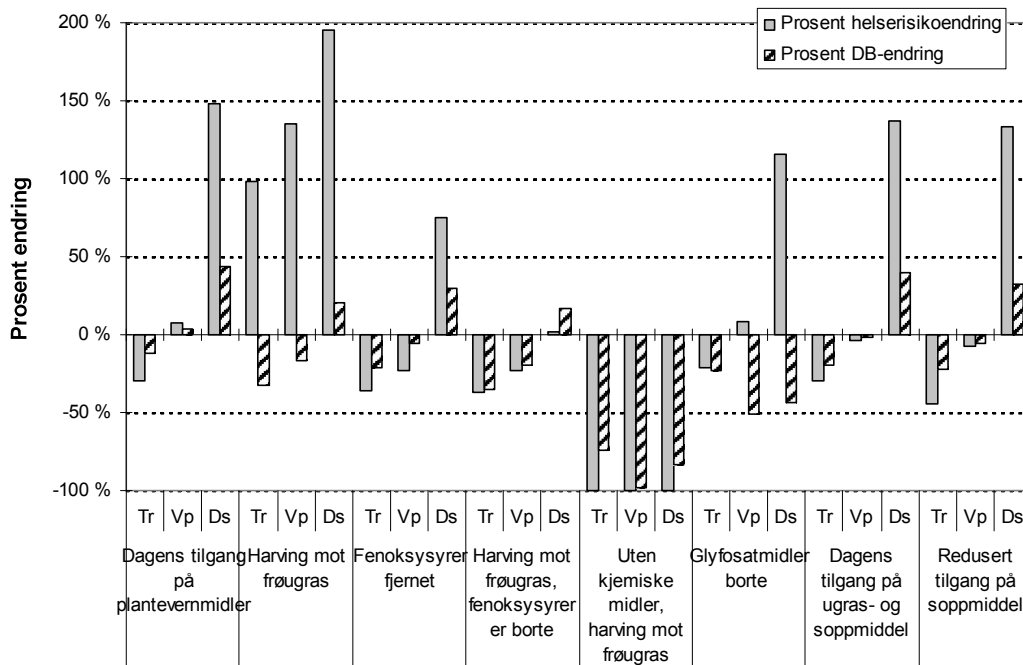
Figur 5.4 og 5.5 viser hvor store risikoendringer en får ved de ulike scenariene i forhold til dagens totale risiko beregnet ut i fra Bruksmønsterstatistikken. Endring i dekningsbidrag er beregnet i forhold til et modellert utgangspunkt ved dagens bruk av plantevernmidler. For å finne dette har vi brukt scenariet «Dagens tilgang på plantevernmidler» og kombinert de tre typene av jordarbeidingsmetoder i forhold til hvor mange som i dag får tilskudd. Tall for utbetalte tilskudd er hentet fra Statens landbruksforvaltning. Endringen i helse- og/eller miljørisiko må være negativ for at det skal være en reduksjon; jo større jo bedre. Om bøndene ikke skal tape økonomisk på endringen i plantevernstrategi, må endringen i dekningsbidrag være positiv – det vil si en økning.



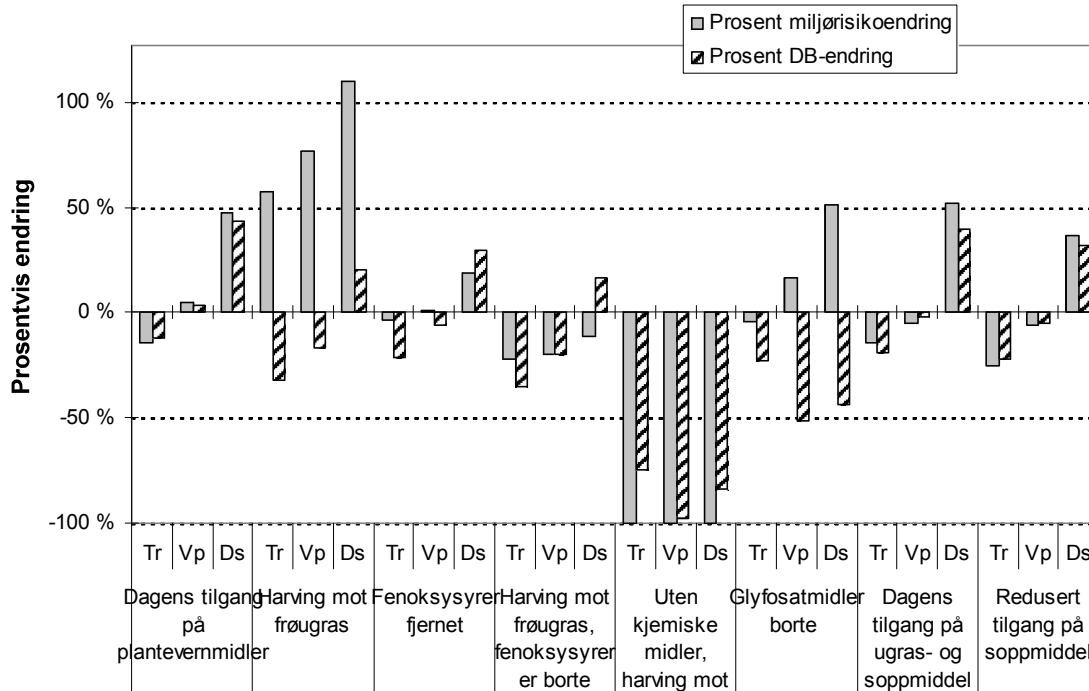
Figur 5.3 Helse- og dekningsbidrag beregnet for ulike plantevernstrategier ut fra en vekstskiftmodell tilpasset reell arealfordeling for bygg, havre, vårhvete og høsthvete i de 6 største kornfylkene på Østlands. PVNOR-scenarier A1a–A5a, A8a, A22–A29



Figur 5.4 Miljørisiko og dekningsbidrag beregnet for ulike plantevernstrategier ut fra en vekstskiftemodell tilpasset reell arealfordeling for bygg, havre, vårhvete og høsthvete i 6 Østlandsfylker. PVNOR-scenarier A1a–A5a, A8a, A22–A29



Figur 5.5 Endringer i helserisiko og dekningsbidrag for ulike scenarier sett i forhold til risikoberegninger ut fra forbruksstatistikken. PVNOR-scenarier A1a–A5a, A8a, A22–A29



Figur 5.6 Endringer i miljørisiko og dekningsbidrag for ulike scenarier sett i forhold til risikoberegninger ut fra forbruksstatistikken. PVNOR-scenarier A1a–A5a, A8a, A22–A29

Resultater for de ulike scenariene

Bortsett fra scenario 7 i teksten under, er det de samme scenariene som ble vist i kapittel 5.3.1.

1. Dagens tilgang på plantevernmidler

De tre første søylene i figur 5.3 og 5.4 viser simulert risiko ut fra dagens tilgang av plantevernmidler. Vi ser at direktesåing gir klart høyest risiko. Dette er et generelt bilde for alle scenarier. Når vi ser på forskjellen i risiko mellom vår simulering av dagens tilstand og dagens reelle risiko beregnet ut fra forbruksstatistikken (fig 5.5 og 5.6), ser vi at denne er svært liten for miljørisiko ved tradisjonell jordarbeiding og ved vårpløying og for helserisiko ved vårpløying. Det forteller oss at simuleringen er meget god for disse jordarbeidingsmåtene. Ved direktesåing ser vi at avviket er større, og vi simulerer en for høy risiko. Dette gjelder særlig helserisiko.

2. Harving mot frøugras

For dette scenariet ser vi samme utslag som for beskrevet i kapittel 5.3.1. Årsaken er at behovet for sprøyting mot flerårig ugras med fenoksyser øker. En får også

stort sett en reduksjon i dekningsbidraget. Denne restriksjonen gir altså et meget negativt utslag.

3. Totalt forbud mot bruk av fenoksysyrer, ellers dagens tilgang

Et forbud mot fenoksysyrer betyr i følge vår simulering en helserisikoreduksjon på ca. 25–35 prosent ved både tradisjonell jordarbeiding og vårploying (fig 5.5). Miljøriskoreduksjonen er imidlertid minimal, og dekningsbidraget reduseres med ca. 25 prosent ved tradisjonell jordarbeiding og ca. 10 prosent ved vårploying. Dette samsvarer i store trekk med det som ble funnet i kapitell 5.3.1. selv om risikoreduksjonen blir noe høyere ved aggregering.

4. Totalt forbud mot fenoksysyrer, ellers tilgang av alle. Harving mot frøgras

I dette scenariet blir sulfonylureaherbicid brukt mot flerårig ugras selv om dette er dårligere midler mot disse artene. Vi ser av fig 5.3 og 5.4 at risikoen ved denne restriksjonen blir redusert i forhold til simuleringen av dagens forhold, særlig ved direktesåing. Av 5.5 og 5.6 ser vi at denne reduksjonen er rundt 25 prosent i forhold til risikoberegninger ut fra forbruksstatistikken, og tilsvarer den reduksjonen man får kun ved forbud av fenoksysyrer (pkt. 3 over). Denne restriksjonen er negativ for bonden fordi dekningsbidraget reduseres tilsvarende. Dette samsvarer i store trekk med det som ble funnet i kapittel 5.3.1

5. Forbud mot bruk av plantevernmidler mot ugras og sykdommer

Om en forbyr alle plantevernmidler mot ugras og sykdommer gir det naturligvis en sterk reduksjon i helse- og miljørisiko. Den er i størrelsesordenen på 3,9 mill. helserisikoenheter og ca. 26 mill. miljørisikoenheter for hele landets kornproduksjon sett under ett. Sammenligner vi disse modelltallene med faktiske tall for forbruk i jordbruket, så var den totale helserisikoen på 5,8 mill. risikoenheter i gjennomsnitt for 2001 og 2003. Miljørisikoen var på 330 risikoenheter i gjennomsnitt. Et slikt forbud vil altså medføre en reduksjon på henholdsvis 55 prosent i helserisiko og 41 prosent i miljørisiko. Reduksjonen blir dog fulgt av betydelige avlingsreduksjoner på mellom 40 prosent og 75 prosent avhengig av jordarbeiding. Dette fører til en drastisk nedgang i dekningsbidragene. Her er det imidlertid mulighet for å sette inn økologiske produksjonssystemer som vil redusere den drastiske nedgangen i dekningsbidrag. Både ved konvensjonelle produksjonssystemer og økologisk dyrking uten gras i vekstskiftet vil det på lengre sikt oppstå betydelige ugrasproblemer.

6. Forbud mot bruk av glyfosatmidler

Dette scenariet vil kun ha en marginal effekt på helse- og miljørisiko, mens dekningsbidraget blir kraftig redusert. Dette er dermed ikke en formåltjenlig restriksjon.

7. Dagens tilgang med styrt veksling mellom frøugrasmidler med ulike virkemåte

Dette er et scenarium som beskriver en strategi for å unngå utvikling av ugrasresistens. Denne simuleringen viser en viss nedgang i risiko i forhold til dagens risiko. Årsaken er at med systematisk veksling mellom sulfonylurea og fenoksyryrer vil en bekjempe flerårig ugras så effektivt at behovet for en ekstra sprøyting per år mot disse ugrasene blir borte. En rotasjonssprøyting med to år med sulfonylurea preparat og 1 år med et preparat som inneholder fenoksyryrer er lagt til grunn. Dekningsbidraget reduseres ved tradisjonell jordarbeiding, men er uendret ved vårpløying. Denne kombinasjonen mellom fenoksyryrer og sulfonylurea gir gode utslag i risikoreduksjon med relativt liten reduksjon i dekningsbidrag for vårpløying.

8. Bruk av lavrisiko soppmidler

Effekten av å forby høyrisiko soppmidler bidrar til en reduksjon i risiko på 15–40 prosent for tradisjonell jordarbeiding og vårpløying. Derimot ser vi her noe økt risiko ved direktesåing. Årsakene til dette er at vi får et økt behov for sprøyting med de mindre risikofylte og mindre effektive midlene (økt behandlingshyppighet) ved direktesåing. Både risikonivå og dekningsbidrag er sammenlignbart med forrige scenarium (Figur 5.3 og 5.4, pkt. 7 over).

Oppsummering

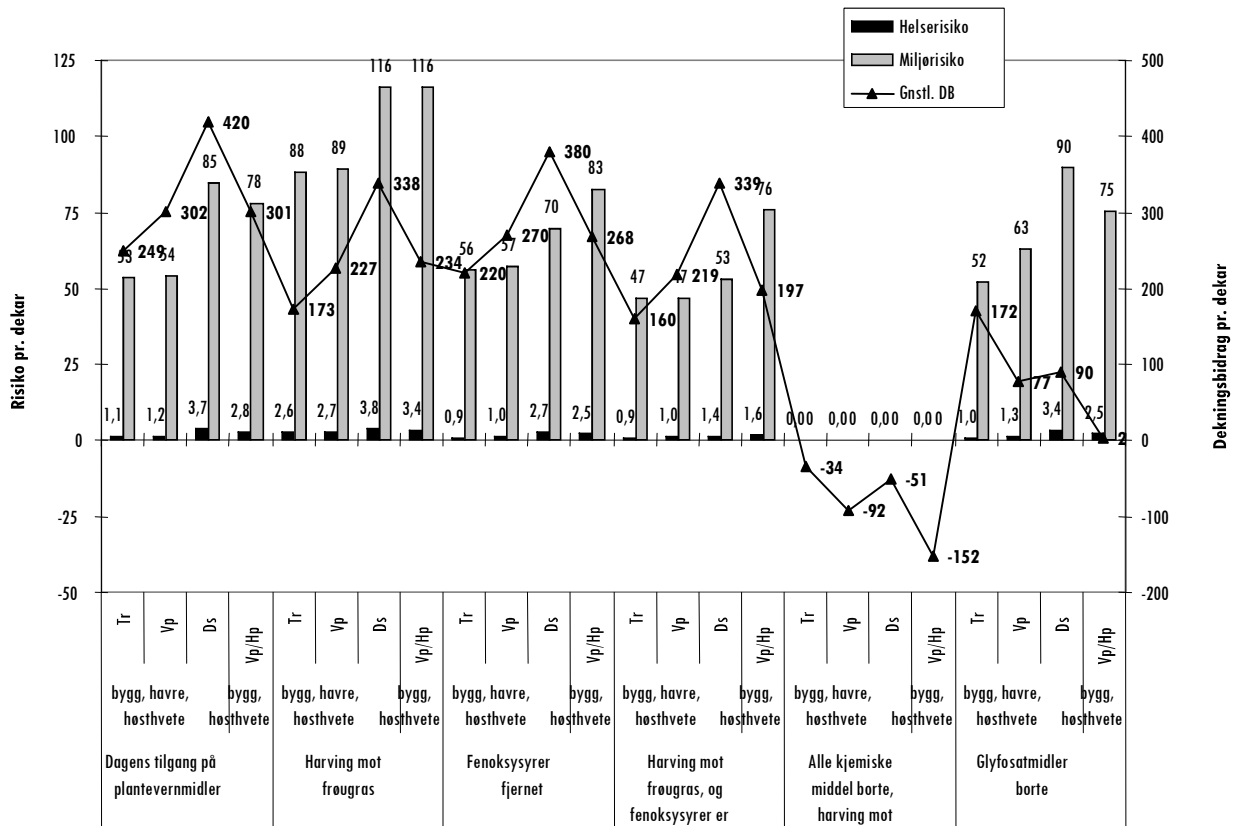
Det er mulig å redusere risikoen ved flere av de simulerte restriksjonene. Problemet er at dekningsbidraget går ned. Minst ugunstig er en styrt veksling mellom fenoksyryrer og sulfonylurea mot frøugras og flerårige tofrøbladet ugras. Her er det ikke snakk om forbud mot midler, men en optimal veksling som også vil hindre resistensutvikling.

Å ta ut de mest risikofylte soppmidlene gir omtrent samme resultat, men reduksjonen i dekningsbidrag blir noe større.

Scenario 2 ga et overraskende resultat med stor økning i risiko for alle jordarbeidingsmetoder. Dette betyr at når det brukes midler over jordbruksavtalen for å stimulere til mer bruk av ugrasharving i stedet for sprøyting mot frøugras, oppnår en sannsynligvis en økning både i helse og miljørisiko samtidig med at dekningsbidraget reduseres.

5.3.3 Ensidige vekstskifter kontra vekstskifter med bygg, havre og høstvetete

Simulering av plantevernpraksis for 2-årige vekstskifter med vårkorn (bygg) og høstvetete og pløying som jordarbeiding, ga de samme endringer i risikonivå mellom de ulike scenarier som for 3-årige vekstskifter. Risikoen lå generelt på et høyt nivå, det vil si på høyde med eller over de simulerte for direktesåing. Derimot viser sammenligninger av allsidige vekstskifter med ensidige vekstskifter at en kan redusere risikoen især om en har havre i vekstskiftet, se figur 5.7.



Figur 5.7 Helse- og miljørisiko og dekningsbidrag beregnet for plantevernscenarier med ulik tilgang på ugrasmidler for 3- og 2-årige vekstskifter med høstvetete. PVNOR-scenarier A21–A26, A1b–A5b, A8b

Vekstskifte

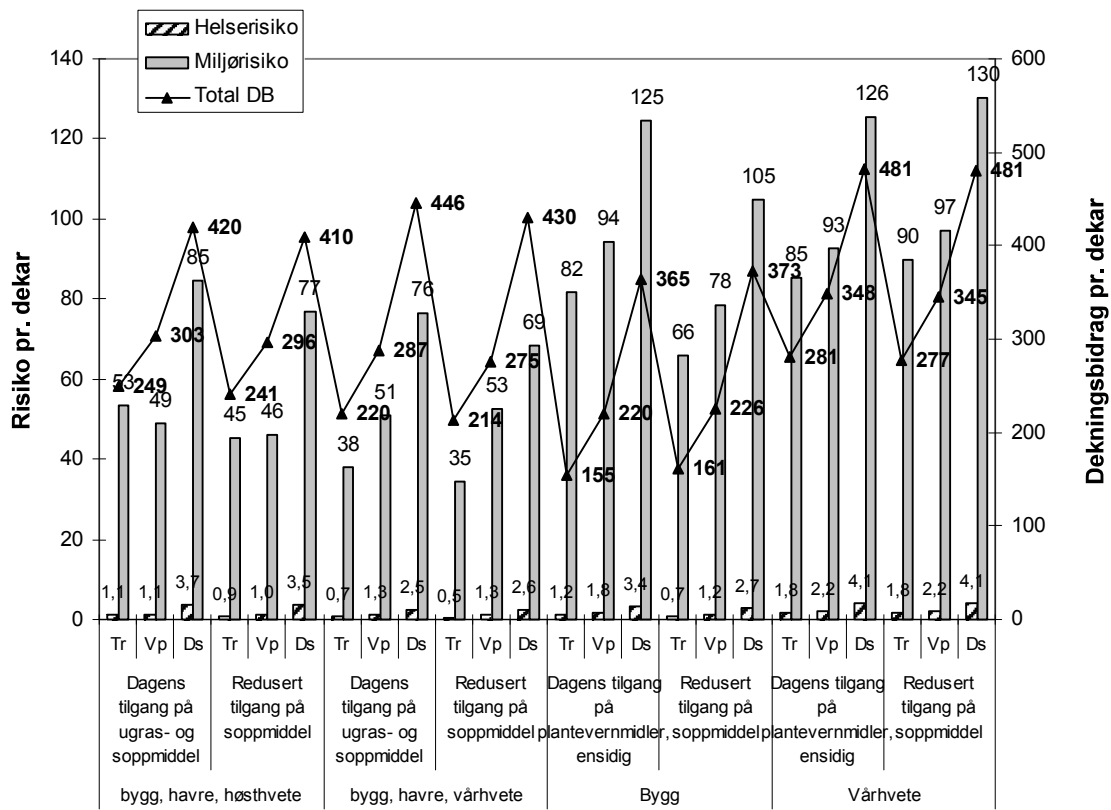
Vi ser av figur 5.7 og 5.8 at det er betydelig større risiko forbundet med ensidige vekstskifter med enten bygg eller vårhvete enn med 3-årige vekstskifter. Det skyldes et økt behov for å behandle mot soppsykdommer i ensidige vekstskifter. For de øvrige vekstskiftene vil innslaget av havre bryte soppsyklusen og redusere smittepresset det påfølgende året. Dekningsbidraget er høyest ved ensidig dyrking av vårhvete, men resultatene indikerer også at dette også gir høyest helse- og miljørisiko. De varierte vekstskiftene ligger begge på et midlere nivå når det gjelder dekningsbidrag. De varierte vekstskiftene med vårhvete er forbundet med lavere risiko enn vekstskiftene med høstvetete for tradisjonell jordarbeiding og direkteång, men ligger noe høyere for vårløying. Tradisjonell jordarbeiding, som er forbundet med lavest risiko, har imidlertid også det laveste dekningsbidraget.

Lavrisiko soppmidler

Det er en reduksjon i risiko for både helse og miljø når en forbyr de mest risikofylte soppmidlene for bygg, mens risikoen i vårhvete øker litt når en reduserer tilgangen på de mest risikofylte soppmidlene (figur 5.6). Dette skyldes behovet for en ekstra årlig sprøyting på grunn av dårligere effekt av midlene som kan benyttes i et slikt scenario. Dekningsbidragene er så å si uendra. For de 3-årige vekstskiftene ser vi en generell reduksjon i risiko, bortsett fra ved vårpløying hvor effekten er minimal, og det er lite endring i dekningsbidrag.

Oppsummering

En ser at vekstskiftet har større betydning for risikonivået forbundet med bekjemping av soppsykdommer enn en overgang til lavrisiko soppmidler. Får en brutt opp et ensidig vekstskifte med vårhvete med havre, hvor det er redusert tilgang på soppmidler, vil det kunne redusere behovet for soppmidler. Dekningsbidraget er grovt sett uendret under de to undersøkte plantevernscenariene. Oljevekster og erter er minst så gode som havre når det gjelder å redusere sykdomstrykket i omløpet. Disse vekstene har i tillegg høyere dekningsbidrag enn havre.



Figur 5.8 Helse- og miljørisiko og dekningsbidrag beregnet for ulike plantevernstrategier og vekstskifter som tiltak mot soppsykdommer, vekstskifter med og uten harve. PVNOR-scenarier A6–A7 og A27–A30

5.4 Modellresultater - redusert risiko ved bruk av vekstregulatorer i korn

Da det ikke er mulig å bruke PVNOR-modellen for endret tilgang på vekstregulatorer, har vi valgt å bruke NILFs modell for vekstregulatorer (Refsgaard et al. 2001) med oppdaterte tall for risikoindikatorer og areal.

Vi har på bakgrunn av modellene for avlingsendringer under ulik bruk av vekstregulatorer (bruk eller ikke bruk) og modeller for differansekalkyler, beregnet det økonomiske overskuddet samt helse- og miljørisiko, se tabell 5.6a og b. En ser at for de fire vekstene som er registrert med et forbruk av betydning fra SSBs bruksmønsterstatistikken (bygg, havre, vår- og høsthvete) så er det et totalt beregnet økonomisk overskudd på ca. 27 mill. kr for et behandlet areal på 723 000 dekar.

Tabell 5.6a Modellert behandlingsareal og forbruk når alle vekstregulatorer er tillatt. Bakgrunnsdata (arealbruk og forbruk) fra 2003

Vekst	Behandlet areal (dekar)				Forbruk (kg)		
	Total	CCC1	Cerone	Moddus	CCC1	Cerone	Moddus
Bygg	291 637		206 824	62 276		6 595	1 849
Havre	138 109	112 251		31 807	15 839		677
Varhvete	98 914	61 640		30 504	6 977		916
Høsthvete	194 676	134 614	56 811	42 511	15 844	2 307	1 075
Sum	723 336	308 505	263 635	167 098	38 660	8 902	4 517

Basert på: Refsgaard et al. (2001); Gundersen et al. (2002); Gundersen (2004)

Tabell 5.6b Beregnet økonomisk overskudd, helse- og miljørisiko ved vekstregulering sett i forhold til ingen vekstregulering, når alle vekstregulatorer er tillatt. Bakgrunnsdata (arealbruk og forbruk) fra 2003

Vekst	Helserisiko	Miljørisiko	Økonomisk overskudd
Bygg	50 664	1 076 400	4 085 913
Havre	194 130	5 627 527	786 575
Varhvete	89 220	3 142 376	2 104 861
Høsthvete	210 420	6 993 374	20 160 723
Sum	544 434	16 839 677	27 138 072

Basert på: Refsgaard et al. (2001); Gundersen et al. (2002); Gundersen (2004)

Vi har i tabell 5.7 vist hvordan et forbud mot vekstreguleringsmiddelet CCC vil påvirke økonomisk overskudd, helse- og miljørisiko basert på modellen utviklet av NILF. I et slikt scenario vil CCC-forbruket bli erstattet av Moddus, hvilket betyr at vi får en betydelig reduksjon i helserisiko, 77 prosent, og i miljørisiko, 84 prosent. Samtidig øker det økonomiske overskuddet med 8 prosent, til vel 29 mill. kr. Et forbud mot bruk av CCC har dermed ingen negative effekter.

Tabell 5.7 Forbruk, helse- og miljørisiko og økonomisk overskudd ved vekstregulering sett i forhold til ingen vekstregulering, når CCC er forbudt. Bakgrunnsdata (arealbruk og forbruk) fra 2003

Vekst	Cerone forbruk i kg	Moddus forbruk i kg	Helserisiko	Miljørisiko	Økonomisk overskudd
Bygg	6 595	1 849	50 664	1 076 400	4 085 913
Havre		3 066	18 397	390 867	814 600
Varhvete		2 767	16 602	352 721	4 215 410
Høsthvete ¹	2 182	4 237	38 515	818 294	20 086 652
Sum	8 777	11 919	124 179	2 638 282	29 202 576
Marginal endring, CCC forbudt	Reduksjon -125	Økning 7 402	Reduksjon -420 255	Reduksjon -14 201 395	Økning 2 064 504

1) Arealet med høsthvete redusert med 12 645 dekar

2) Forutsatt samme areal hvis bruk gir økonomisk merverdi ellers reduseres arealet

Refsgaard et al. (2001); Gundersen et al. (2002); Gundersen (2004)

De økonomiske resultatene ovenfor krever en mer utdypende forklaring. Vårhvete er den veksten som gir størst økonomisk gevinst ved å ikke bruke CCC. Når alle midler er tillatt, vil gevinsten være 11,50 kr per dekar for CCC uansett hvor mye legde det blir. Legden blir i modellen beskrevet som legdeklasser 1, 2 og 3, med økende grad av legde. Ved spredning av Moddus vil gevinsten være henholdsvis 75,30 og 25,90 kr per dekar i legdeklasse 2 og 3. I legdeklasse 1 er det ikke lønnsomt å bruke Moddus. Cerone er ikke egnet i vårhvete og er ikke aktuell. Gevinsten i legdeklasse 2 og 3 for Moddus i vårhvete blir vektet i forhold til sannsynligheten for at en i et spesifikt år vil havne i disse legdeklassene. Dette gir en økonomisk gevinst ved bruk av Moddus i vårhvete på 45,60 kr per dekar. Ved forbud mot CCC vil hele arealet som det var blitt brukt CCC på, bli behandlet med Moddus i stedet. Dette medfører at dette arealet får en økt gevinst på (45,60–11,50) 34,10 kr per dekar. For vårhvete, med utgangspunkt i vekstregulatorbruken i 2003, vil dette medføre en gevinst på om lag 2,1 mill. kr. For de andre vekstene er ikke forskjellen så stor, da sannsynligheten for legdeklasse 2 og 3 er større for disse vekstene. I tillegg er gevinsten ved å bruke CCC i høsthvete høyere enn i vårhvete.

Det er først og fremst informasjonsmengden om økonomisk gevinst ved ulike legdeklasser som er forskjellen mellom bruken av CCC sammenlignet med Cerone

og Moddus. Bruk av CCC gir i følge modellen, i gjennomsnitt en økonomisk gevinst for alle egnede vekster, men dette taper bonden på om legden blir liten i vekstsesongen. Modellen forutsetter at bonden kun har informasjon om økonomisk gevinst for en gjennomsnittssesong ved bruk av CCC, mens det er forutsatt at bonden har informasjon om økonomisk margin innen hver av de definerte legdeklassene ved bruk av Moddus og Cerone. De modellerte økonomiske gevinstene og sannsynligheten for de ulike legdeklassene kan sees i vedlegg 4.

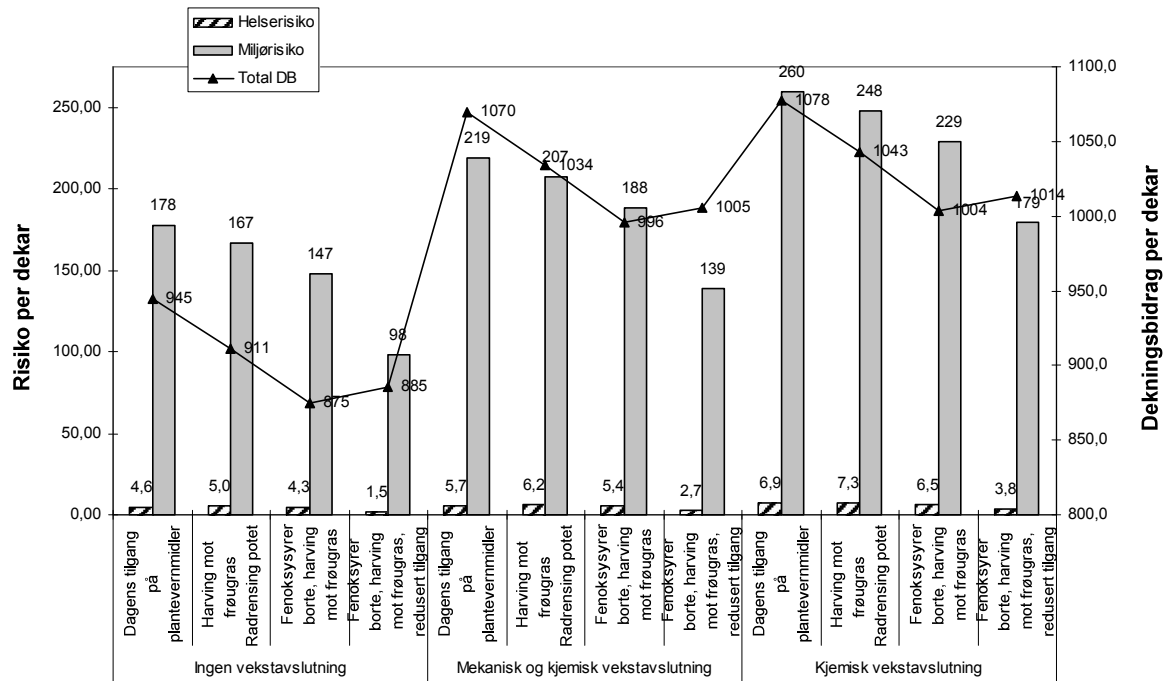
5.5 Potet - plantevern tiltak og avlingsutslag

Vi har simulert endringer i helse- og miljørisiko samt dekningsbidrag ved 4 ulike scenarier for jordarbeiding og plantevern/vekstregulering ved dyrking av potet i et treårig vekstskifte med korn (bygg, potet, vårhvete) ved hjelp av PVNOR-modellen.

I figur 5.9 ser en at det er betydelige risikogevinster ved å redusere bruken av risdrepingsmiddel (Reglone) i potet, dette gjelder uansett bruk av ugras- og soppmidler for øvrig. Økt risiko for tørråte og behov for andre tiltak når kjemisk vekstavslutning utelates veies opp av at risdrepingsmidler utgjør en dominerende andel av total helse- og miljørisiko i potetproduksjonen. I og med at nedsviing gir en klar avlingsreduksjon er det spørsmålet om effekten på potetkvalitet og tørråte som er avgjørende for behovet for et nedsviingmiddel og dermed om en restriksjon i bruken av Reglone kan gi en stor risikoreduksjon uten at dekningsbidraget går ned. Dette blir undersøkt i et pågående prosjekt som avsluttes i 2007.

Dekningsbidraget blir lavere uten vekstavslutning, og figuren viser et tap på 125 kr/daa sammenlignet med kombinert mekanisk og kjemisk vekstavslutning og et tap på 133 kr/daa sammenlignet med kjemisk vekstavslutning. Dette tapet er følsomt i forhold til hvilken potetavling og kvalitet en oppnår uten bruk av vekstavslutning, som igjen avhenger av hvilken potetsort som benyttes. Tidlige potetsorter vil kunne gi en god avling og kvalitet uten vekstavslutning, mens sene potetsorter antagelig ofte blir for store til å kunne leveres som matpotet.

I motsetning til for ren kornproduksjon ser vi her en liten reduksjon i risiko ved å forby frøgrasmidler. Derimot er det en betydelig risikogevinst ved å forby fenoksyryrer kombinert med harving mot frøgras samtidig som en reduserer tilgangen på soppmidler. Dette er gunstige scenarier miljømessig sett, men risikoreduksjonen er fulgt av en klar reduksjon i dekningsbidrag.



Figur 5.9 Potet hvert 3-år i vekstskifte med bygg og vårhvete. Plantevernstrategier og ulike vekstavslutningsstrategier for potet

6 Oppsummering og konklusjoner

6.1 Potensial for risikoreduksjon

Spørsmålet er hvordan 25 prosent reduksjon i helse- og miljørisiko kan oppnås til lavest mulige samfunnsøkonomiske kostnader, hvordan reduksjonen blir fordelt og hvilke konsekvenser reduksjonen får for de ulike sektorene samt hva som er de økonomiske konsekvensene innen ulike produksjoner ved redusert eller endret bruk av plantevernmidler.

Resultatene fra kartleggingen av risikofordelingen mellom sektorene viser at miljørisikoen først og fremst er knyttet til bruken i jordbruket (se tabell 6.1). Dette tilsier at om risikoen skal reduseres av betydning, må tiltakene settes inn i jordbruket. Bidraget fra privatbruken ser vi er helt minimalt.

Tabell 6.1 Risikoandel i jordbruket og utenfor jordbruket i prosent av totalrisiko, gjennomsnitt for 2001 og 2003

Risikoandel	Jordbruk	Utenfor jordbruk	<i>Grøntanlegg sektor. (jernbane, vei, parker, idrettsanlegg etc)</i>	<i>Privat- hager</i>	<i>Rest¹⁾</i>
Helse	72,0	24,7	<i>16,8</i>	<i>7,9</i>	<i>3,3</i>
Miljø	95,1	5,5	<i>5,0</i>	<i>0,5</i>	<i>-0,6</i>

1) Rest er her på grunn av lagerforskyvninger, hvor landbrukets forbruk skiller seg fra registrert omsetning.

For helserisiko ser vi at sektorene utenfor jordbruket har en noe større andel. Det er spesielt interessant å se det betydelig bidrag til helserisikoen, 17 prosent som glyfosatbruken i grøntanleggsektoren og offentlige utgjør. Dette er arealer som mange personer er i kontakt med. Igjen har restriksjoner i bruken i private hager lite potensiale for risikoreduksjon. Totalt sett for miljø og helse vil det altså være tiltak innen jordbruket som vil kunne gi den største risikoreduksjonen.

For videre drøfting av reduksjonspotensialet innen for jordbruket viser vi til tabell 6.2. Denne tabellen viser at korn og potet er de kulturene som bidrar sterkest til risikoen ved bruk av plantevernmidler. Både grønsaker og frukt og bær gir små bidrag.

Tabell 6.2 Fordeling av risiko mellom ulike jordbruksproduksjoner

Produksjoner	Helse	Miljø
Potet	21,9 %	9,1 %
Grønsaker (gulrot, kepaløk, hodekal)	3,0 %	1,3 %
Jordbær og eple	6,9 %	3,7 %
Eng og beite	3,9 %	2,3 %
Korn	54,9 %	67,9 %
Oljevekster	1,2 %	1,3 %

6.2 Konsekvenser for de ulike sektorene

Private hager

En restriksjon i plantemiddelbruken i private hager vil ikke ha noen økonomisk betydning for eieren. Sånn sett skulle det ligge godt til rette for en reduksjon i denne sektoren. Likevel kan tilgang på de aktuelle midlene ha en trivselsmessig betydning ved at hagen oppfattes mer velstelt ut og at dette kan oppnås ved lav arbeidsinnsats. Det viktigste momentet for å ikke gå inn med tiltak som forbud er likevel at gevinsten i risikoreduksjon blir marginal.

Grøntanleggssektoren

For grøntanleggssektoren kan restriksjoner i bruken klart få økonomiske konsekvenser for anleggseierne. Arbeidsbesparelsen og dermed kostnaden ved kjemiske ugrastiltak i forhold til mekaniske, termiske eller manuelle tiltak er åpenbar selv om vi ikke har bakgrunn for å beregne disse. I tillegg kan denne bruken bidra til at anleggene oppfattes som pene og velstelte. Dette er faktorer som også kan bidra til økt trivsel i samfunnet. For jernbanen og veinettet kan et forbud mot glyfosat føre til økt risiko ved utvikling av trafikken. Risikofaktorene er redusert sikt og økt opphoping av organisk materiale i jernbaneballasten. Organisk materiale lagrer vann som kan fryse om vinteren med forkastninger i jernbaneballasten som resultat. Siden potensiell risikoreduksjon er begrenset i denne sektoren, vil inn-

føring av restriksjoner i plantevernmiddelbruken kunne få større ulemper for samfunnet enn det som kan forsvares. Det kan likevel oppnås noe ved å veilede om integrert plantevern også i disse bruksområdene. Dette området er også omfattet av autorisasjonsordningen og får således veiledning i bruk av plantevern med minst mulig risiko.

Kornproduksjonen

Kornproduksjonen bidrar med den største totale risikoen fordi det er her største delen av plantevernmidlene blir brukt. Grasproduksjonen utgjør et dobbelt så stort areal som kornproduksjonen, men trykket av skadegjørere er vesentlig større i korn og avlingsnedgangene forårsaket av disse organismene er store. På den annen side er det slik at tilgangen av midler er klart bedre i korn enn i andre kulturer. Dette gjør at det er valgmuligheter mellom alternative midler og strategier. Med bakgrunn i PVNOR, en agronomisk modell for avlingsreduksjon, har vi gjennomført en rekke senarier for ulike restriksjoner i bruken av risikofylte ugras og soppmidler for ulike vekster og vekstskifter.

Totalt bortfall av alle midler er selvsagt det som reduserer helse- og miljørisikoen mest, men dette fører til sterk reduksjon i dekningsbidraget. Det er mulig å redusere risikoen med rundt 25 prosent i de simulerte restriksjonene med bare relativt lite økonomisk tap. En styrt veksling mellom fenoksyryrer og sulfonylurea mot frøugras og flerårige tofrøbladet ugras gir gode utslag i risikoreduksjon. Dette innebærer at en har en optimal veksling, som hindrer at flerårig ugras oppformerer og tvinger fram jevnlig bruk av fenoksyryrer mot disse artene i tillegg til sprøyting mot frøugras. Det en i tillegg oppnår med en slik rotasjonssprøyting er å hindre resistensutvikling hos ugras i ensidige kornomløp.

Det er viktig å merke seg at en må se tiltak i sammenheng for å være sikker på at de fungerer etter intensjonen. Å stimulere til overgang til mekanisk bekjempelse av frøugras kan høres ut som et fornuftig tiltak isolert sett, men simuleringen over en 22-års perioden, viser at risikoen øker med en slik praksis. Dette skyldes at behovet for bekjemping av flerårig ugras øker. Midlene som brukes til dette, har høy risiko.

Vekstskiftet har større betydning for risikonivået forbundet med bekjemping av soppsykdommer enn en overgang til lavrisikosoppmidler. Får en brutt opp et ensidig vekstskifte med hvete med havre, oljevekster eller erter samtidig med restriksjoner mot de mest risikofylte soppmidlene, vil det kunne føre til en god reduksjon i risiko uten tap av dekningsbidrag.

Vår modell for økonomiske gevinst ved bruk av vekstregulatorer i korn viser at et forbud mot CCC reduserer helserisikoen for veksthemmere i korn med opp mot 80 prosent og miljørisikoen med vel 80 prosent. Samtidig ser dette ut til å gi økonomisk gevinst, hovedsakelig på grunn av senere sprøytetidspunkt for Cerone og Moddus, og at disse midlene kun brukes når det gir god effekt. Reduksjonen i helse- og miljørisiko utgjør en reduksjon av jordbrukets andel med henholdsvis 7 og 4 prosent. Å redusere CCC-forbruket, helt eller delvis, gir dermed et godt bidrag

til reduksjon av risiko ved bruk av plantevernmidler uten å gi negative økonomiske konsekvenser for produksjonen.

Glyfosatmidlene utgjør klart det største volumet av plantevernmidlene, men vi ser at det er en ubetydelig miljørisikoreduksjon ved å sette inn restriksjoner. Ved tradisjonell jordarbeiding har en likevel en viss helserisikoreduksjon. Bortfall fører til et kraftig økonomisk tap, særlig ved vårploying og direktesåing. Glyfosat er et så viktig middel for å kunne opprettholde erosjonsreducerende jordarbeidingsmåter at det trolig er lite aktuelt også av den grunn å sette i verk restriksjoner i bruken.

Potetproduksjonen

Omløp med ugrasharving og bortfall av fenoksysyrene i kornåra og valg av de minst risikofylte sopplidene i potet, gir lavest risiko. Vekstavslutning med Reglone øker risikoen i forhold til kombinert mekanisk/kjemisk vekstavslutning. Det råder en del usikkerhet vedrørende vekstavslutning, men en viktig effekt er trolig å unngå at potetene blir for store slik at kvaliteten forringes og ikke oppnår matkvalitet. Dette er et viktig kriterium og det vil ha stor betydning for økonomien i produksjonen. Dersom vekstavslutningen kan gjøres mekanisk eller med redusert innsats av Reglone uten at dekningsbidraget blir påvirket, vil dette kunne gi et godt bidrag til risikoreduksjonen.

Grønnsak, frukt, bær og oljevekster

Vi ser at disse sektorene gir et meget lite bidrag til totalrisikoen. Vi har ikke tilgang til scenarier for ulike restriksjoner i disse kulturrene, men generelt kan det sies at det er et svært lite utvalg av alternative midler i disse produksjonene og ikke-kjemiske metoder fører ofte med seg økt kostnad. Det betyr at vi har meget få virkemidler til rådighet for å oppnå en ytterligere reduksjon i risiko i disse kulturrene.

Samtidig er det slik at i grønnsaker, frukt og bær er risikoen per dekar mye høyere enn i korn. Dersom det er en målsetning å redusere risikoen i disse plantevernintensive kulturrene, må dette formuleres spesielt. Det vil bli mer kostbart for samfunnet å redusere risikoen per dekar her enn i korn.

6.3 Virkemidler

Avgift

En avgiftspolitik som øker differensieringen mellom midlene ytterligere vil trolig ikke gi økt gevinst i risikoreduksjon. Når det gjelder ugrasmidlene, er det for eksempel især resistensproblematikken og framveksten av flerårig ugras som presser bøndene til å øke bruken av fenoksysyrene. Avgiftsdifferensieringen vil bare gjøre det enda vanskeligere å bruke de tilgjengelige midlene på en agronomisk riktig måte. Simuleringene våre viser at det nettopp er en riktig agronomisk bruk som gir minst risiko. En tilsvarende situasjon har vi i tørråte i potet og det er også fare for resistensutvikling mot sopplidder hos aksprykk i hvete.

Forbud

Ingen av simuleringene i PVNOR viser at forbud mot et risikobelastet plantevernmiddel i korn gir noen risikoreduksjon uten at dekningsbidraget samtidig går ned. Som nevnt er agronomisk rett bruk av midlene som er på markedet, det mest gunstige. Derimot kan et forbud mot vekstregulatoren CCC være en mulighet for å redusere risiko.

Forbud mot middel som brukes i de plantevernintensive småkulturene våre, gir liten gevinst i totalrisikoreduksjon. Er derimot målet å redusere risiko per dekar i disse kulturene, kan forbud være effektivt med hensyn til risikoreduksjon, men sannsynligvis forbundet med betydelig økonomisk tap for bonden.

Veiledning og merkeordninger

Veiledning og merkeordninger er virkemiddel som ennå har et stort ubrukt potensial for reduksjon. Det er viktig å få ut kunnskap om hvilke middel bidrar mest til risikoen. Verktøy for å holde risikoregnskap må utvikles. Behovsprøvd sprøyting må få enda større utbredelse. Virkemidlene må dreies mot å stimulere til agronomisk riktig bruk. Dette kan gjøres ved veiledning eller gjennom KSL og autorisasjonsordningen.

6.4 Fremtidige utfordringer

Våre undersøkelser belyser deler av kompleksiteten som risikoreduksjon ved bruk av plantevernmidler medfører. Best mulig forståelse av samspillet mellom agronomiske, økonomiske og forvaltningsmessige faktorer er en forutsetning for å kunne innføre målrettede og kostnadseffektive virkemidler. I tillegg er det viktig å observere faktisk atferd hos de som bruker plantevernmidler og hvordan de responderer på endringer i forutsetninger. Til dette er det nødvendig med data og vitenskapelige modeller. Kartleggingen som er gjort i dette prosjektet bidrar til økt kunnskap om fordelingen av risikoen fordelt på ulike brukergrupper, samt vekster innenfor jordbruket. Det er viktig at en slik kartlegging blir fulgt opp for å se utviklingen i bruken av plantevernmidler og at data om omsetning og spredning av plantevernmidler også blir registrert i fremtiden.

Den agronomiske modellen PVNOR har vært en forutsetning for å gjennomføre risiko- og kostnadsberegningene for jordbruket i dette prosjektet. En videreutvikling vil være å utarbeide modeller som direkte tar for seg både agronomiske og økonomiske variabler, med fokus på ulike plantevernstrategier og utslag for helse- og miljørisiko samt økonomisk belastning.

Vi har i dette prosjektet ikke diskutert fastsettelsen av de ulike preparatenes risikoindikatorer. Dette er et sentralt område, da alle vurderinger av redusert helse- og miljørisiko ved bruk av plantevernmidler bygger på de ulike preparatenes potensielle skadevirkning på helse og miljø. Det er derfor viktig at preparatenes risikoindikatorer blir vurdert kontinuerlig etter hvert som kunnskap om mulige skadevirkninger genereres.

Referanser

- Archer, D.W. og Shogren, J.F. 2001. Risk-indexed herbicide taxes to reduce ground and surface water pollution: an integrated ecological economics evaluation *Ecological Economics*, 38 (2) : 227–250
- Arbeids- og administrasjonsdepartementet 2003. St. prp. nr. 70, 2002–2003. *Om jordbruksoppgjøret 2003 - endringer i statsbudsjettet for 2003 m.m.*
- Bicheludvalget 1999. *Rapport fra underudvalget om Produksjon, økonomi og beskæftigelse. Bicheludvalget.* Miljøstyrelsen 2000, Danmark.
- Budsjettnemnda for jordbruket 2004. *Resultatkontroll for gjennomføringen av landbrukspolitikken.*
- Dahlen, O.S. og Stabbetorp B., 2005. Gir avgiftssystemet på plantevernmidler økt fare for utvikling av resistens? *Grønn kunnskap* 9 (2): 45–52.
- Falconer, K. og Hodge, I. 2000. Using economic incentives for pesticide usage reduction: responsiveness to input taxation and agricultural systems. *Agricultural Systems* 63 (3): 175–194.
- Fykse, H. og Tørresen, K.S. 2001. *PVNOR – a dynamic modell for simulating plant protection practices in cereals.* The Norwegian Crop Research Institute, Report No 08/2001. ISBN 82-479-0256-7
- Fykse, H., Tørresen, K.S. og Romstad, E. 2004. Production Systems and Plant Protection Requirements in Cereals: a Modell Analyses of Long-term Effects. *Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci*, 54: 149–160
- Gundersen, G.I., Rognstad, O. og Solheim, L. 2002. *Bruk av plantevernmidler i jordbruket i 2001.* SSB-Rapport Statistisk sentralbyrå.
- Gundersen, G.I. 2004. *Bruk av plantevernmidler i jordbruket i 2003.* SSB-Rapport 2002/32 Statistisk sentralbyrå.
- Gundersen, G.I. 2005. *Landbruk og miljø 2005.* SSB-rapport. Statistisk sentralbyrå.
- Hofsvang, T. 2005. Integrert plantevern – i dag og i morgen. *Grønn kunnskap* 9 (2): 20–23
- Landbruksdepartementet 2004: *Handlingsplan for redusert risiko ved bruk av plantevernmiddel (2004–2008)*
- Mattilsynet 2003. *Retningslinjer for fastsettelse av normal arealdose (NAD) for plantevernmidler.*
http://www.mattilsynet.no/mattilsynet/multimedia/archive/00011/Retningslinjer_for_f_11291a.pdf. 08.12.2005
- Møllerhagen, P.J. 2004. Norsk potetproduksjon 2003. *Grønn kunnskap* 8(1):296–300

- Netland, J., Guren, T.A., Meadow, R., Hermansen, A., Nordskog, B., Fykse, H. og Eklo, O.M. 2004. Effekter av ulike plantevernstrategier i potet og kål på skadegjørere, avling og miljøbelastning. *Grønn kunnskap* 8(2):19–29
- Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning. *Handbok for driftsplanlegging 2005/2006*.
- Pannell, D.J. 2001. Social and economic challenges in the development of complex farming systems. *Agroforestry Systems* 45: 393–409.
- Refsgaard, K., Flaten, O., Lien, G. og Gudem, R. 2001. *Samfunnsmessig nytteevaluering ved godkjenning av plantevernmidler- Et pilotprosjekt om vekstregulatorer anvendt i korn- og engfrøproduksjon*. NILF-rapport 2001-14. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning.
- Spikkerud, E., Haraldsen, T., Abdellaue, A. og Holmen, M.T. 2004. *Retningslinjer: Risikoindikatorer for helse og miljø ved bruk av plantevernmidler*. Versjon 1. August 2004. Mattilsynet
- Spikkerud, E., Haraldsen, T., Abdellaue, A. og Holmen, M.T. 2005. *Retningslinjer: Klassifisering av plantevernmidler i avgiftsklasser differensiert etter helse- og miljøegenskaper*. Versjon 3. januar 2005. Mattilsynet.
- Waibel, H., Fleischer, G. og Becker, H. 1999. The Economic Benefits of Pesticides: A Case Study from Germany. *Agrarwirtschaft* 48 (6): 219–230.
- Wærnhus, K. 2005. Nye tilfeller av sulfonylurea resistent vassarve i korn. *Grønn kunnskap* 9 (2): 53–55.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T. og Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14: 415–421.

Vedlegg 1 Scenariebeskrivelser fra PVNOR

Planteverntiltak og avlingsutslag ved ulike scenarium

Simulering av sprøyte(harve-)intensitet og avlingsutslag for:

A. Ensidig korn i hele simuleringperioden under forutsetning av

1. Dagens tilgang på plantevernmiddel og
 - a. Jordarbeidinga*) er enten Tr, Vp eller Ds for hele perioden og årlig skifte mellom bygg, havre og vårhvete eller,
 - b. Årlig skifte mellom Hp/høsthvete og Vp/vårkorn.
2. Harving mot frøgraset, elles som ovanfor og
 - a. Jordarbeidinga er enten Tr, Vp eller Ds for hele perioden og årlig skifte mellom bygg, havre og vårhvete eller,
 - b. Årlig skifte mellom Hp/høsthvete og Vp/vårkorn.
3. Middel som inneholder fenoksyryrer er borte, d.v.s. ingen gode middel mot tofrøblada rotugras i kulturen. Tilgangen på plantevernmiddel elles er som no, og
 - a. Jordarbeidinga er enten Tr, Vp eller Ds for hele perioden og årlig skifte mellom bygg, havre og vårhvete eller,
 - b. Årlig skifte mellom Hp/høsthvete og Vp/vårkorn.
4. Middel som inneholder fenoksyryrer er borte, d.v.s. ingen gode middel mot tofrøblada rotugras i kulturen. Frøgraset blir tatt med harving, og
 - a. Jordarbeidinga er enten Tr, Vp eller Ds for hele perioden og årlig skifte mellom bygg, havre og vårhvete eller,
 - b. Årlig skifte mellom Hp/høsthvete og Vp/vårkorn.
5. Alle kjemiske middel mot ugras og sykdommer i kornåker er borte, frøgraset blir tatt med harving, og
 - a. Jordarbeidinga er enten Tr, Vp eller Ds for hele perioden og årlig skifte mellom bygg, havre og vårhvete eller,
 - b. Årlig skifte mellom Hp/høsthvete og Vp/vårkorn.
6. Dagens tilgang på soppmiddel. Dagens tilgang på ugrasmiddel. Ensidige vekstfølger med enten bygg eller hvete. (Havre blir ikke sprøytet mot sykdommer). Jordarbeidinga er enten Tr, Vp eller Ds for hele perioden. Sprøytebehov og avlingsutslag ved
 - a. Ensidig bygg
 - b. Ensidig vårhvete
7. Redusert tilgang på soppmiddel. Dagens tilgang på ugrasmiddel. Ensidige vekstfølger med enten bygg eller hvete. (Havre blir ikke sprøytet mot sykdommer). Jordarbeidinga er enten Tr, Vp eller Ds for hele perioden. Sprøytebehov og avlingsutslag ved
 - a. Ensidig bygg
 - b. Ensidig vårhvete

8. Middel som inneholder glyfosat er borte. Elles dagens tilgang på plantevernmiddel og
 - a. Jordarbeidinga er enten Tr, Vp eller Ds for hele perioden og årlig skifte mellom bygg, havre og vårhvete eller,
 - b. Årlig skifte mellom Hp/høsthvete og Vp/vårkorn.
9. Dagens tilgang på plantevernmiddel. Jordarbeidinga er Vp før såing av vårkorn og Hp før såing av høstkorn. Vekstskifte (6-årig): Havre, høsthvete, bygg, havre, vårhvete, bygg osv.
10. Alle kjemiske middel mot ugras og sykdommer i kornåker er borte, frøgraset blir tatt med harving. Jordarbeidinga er Vp før såing av vårkorn og Hp før såing av høstkorn. Vekstskifte (6-årig): Havre, høsthvete, bygg, havre, vårhvete, bygg osv.
11. Redusert tilgang på soppmiddel. Dagens tilgang på ugrasmiddel. Jordarbeidinga er Vp før såing av vårkorn og Hp før såing av høstkorn. Vekstskifte (6-årig): Havre, høsthvete, bygg, havre, vårhvete, bygg osv.
12. Middel som inneholder glyfosat er borte. Elles dagens tilgang på plantevernmiddel. Jordarbeidinga er Vp før såing av vårkorn og Hp før såing av høstkorn. Vekstskifte (6-årig): Havre, høsthvete, bygg, havre, vårhvete, bygg osv.
13. Dagens tilgang på plantevernmiddel. Jordarbeidinga er Vh før såing av vårkorn og Hp før såing av høstkorn. Vekstskifte (6-årig): Havre, høsthvete, bygg, havre, vårhvete, bygg osv.
14. Alle kjemiske middel mot ugras og sykdommer i kornåker er borte, frøgraset blir tatt med harving. Jordarbeidinga er Vh før såing av vårkorn og Hp før såing av høstkorn. Vekstskifte (6-årig): Havre, høsthvete, bygg, havre, vårhvete, bygg osv.
15. Redusert tilgang på soppmiddel. Dagens tilgang på ugrasmiddel. Jordarbeidinga er Vh før såing av vårkorn og Hp før såing av høstkorn. Vekstskifte (6-årig): Havre, høsthvete, bygg, havre, vårhvete, bygg osv.
16. Middel som inneholder glyfosat er borte. Elles dagens tilgang på plantevernmiddel. Jordarbeidinga er Vh før såing av vårkorn og Hp før såing av høstkorn. Vekstskifte (6-årig): Havre, høsthvete, bygg, havre, vårhvete, bygg osv.
17. Dagens tilgang på plantevernmiddel. Jordarbeidinga er Tr etter vårkorn, men Hp før såing av høstkorn. Vekstskifte (6-årig): Havre, høsthvete, bygg, havre, vårhvete, bygg osv.
18. Alle kjemiske middel mot ugras og sykdommer i kornåker er borte, frøgraset blir tatt med harving. Jordarbeidinga er Tr etter vårkorn, men Hp før såing av høstkorn. Vekstskifte (6-årig): Havre, høsthvete, bygg, havre, vårhvete, bygg osv.
19. Redusert tilgang på soppmiddel. Dagens tilgang på ugrasmiddel. Jordarbeidinga er Tr etter vårkorn, men Hp før såing av høstkorn. Vekstskifte (6-årig): Havre, høsthvete, bygg, havre, vårhvete, bygg osv.
20. Middel som inneholder glyfosat er borte. Elles dagens tilgang på plantevernmiddel. Jordarbeidinga er Tr etter vårkorn, men Hp før såing av høstkorn. Vekstskifte (6-årig): Havre, høsthvete, bygg, havre, vårhvete, bygg osv.

21. Dagens tilgang på plantevernmiddel, og Jordarbeidinga*) er enten Tr, Vp eller Ds for hele perioden med årlig skifte mellom bygg, havre og høsthvete, men NB! Hp før såing av høstkornet, og inga jordarbeiding om våren det året det er høstkorn på åkeren!
22. Harving mot frøgraset, elles dagens tilgang på plantevernmiddel Jordarbeidinga er enten Tr, Vp eller Ds for hele perioden med årlig skifte mellom bygg, havre og høsthvete, osv.
23. Middel som inneholder fenoksysyrer er borte, d.v.s. ingen gode middel mot tofrøblada rotugras i kulturen. Tilgangen på plantevernmiddel elles er som no, og Jordarbeidinga er enten Tr, Vp eller Ds for hele perioden med årlig skifte mellom bygg, havre og høsthvete, osv.
24. Middel som inneholder fenoksysyrer er borte, d.v.s. ingen gode middel mot tofrøblada rotugras i kulturen. Frøgraset blir tatt med harving. Jordarbeidinga er enten Tr, Vp eller Ds for hele perioden med årlig skifte mellom bygg, havre og høsthvete, osv.
25. Alle kjemiske middel mot ugras og sykdommer i kornåker er borte. Frøgraset blir tatt med harving. Jordarbeidinga er enten Tr, Vp eller Ds for hele perioden med årlig skifte mellom bygg, havre og høsthvete, osv.
26. Middel som inneholder glyfosat er borte. Elles dagens tilgang på plantevernmiddel, og Jordarbeidinga er enten Tr, Vp eller Ds for hele perioden med årlig skifte mellom bygg, havre og høsthvete, osv.
27. Dagens tilgang på soppmiddel. Dagens tilgang på ugrasmiddel. Jordarbeidinga er enten Tr, Vp eller Ds for hele perioden med årlig skifte mellom bygg, havre høsthvete, osv. Dette er det same som scenarium A21.
28. Dagens tilgang på soppmiddel. Dagens tilgang på ugrasmiddel. Jordarbeidinga er enten Tr, Vp eller Ds for hele perioden med årlig skifte mellom bygg, havre vårhvete, osv. Dette er det same som scenarium A1a.
29. Redusert tilgang på soppmiddel. Dagens tilgang på ugrasmiddel. Jordarbeidinga er enten Tr, Vp eller Ds for hele perioden med årlig skifte mellom bygg, havre høsthvete, osv.
30. Redusert tilgang på soppmiddel. Dagens tilgang på ugrasmiddel. Jordarbeidinga er enten Tr, Vp eller Ds for hele perioden med årlig skifte mellom bygg, havre vårhvete, osv.
31. Dagens tilgang på plantevernmiddel, men med dette opplegget mot frøgras: 2 år Express – 1 år Actril 3D, 2 år Express – 1 år Actril 3D osv. i alt 15 år Express og 7 år Actril 3D. Jordarbeidinga er enten Tr, Vp eller Ds for hele perioden med årlig skifte mellom bygg, havre vårhvete, osv.

32. Dagens tilgang på plantevernmiddel, men med dette opplegget mot frøugras: 2 år Express – 1 år Actril 3D, 2 år Express – 1 år Actril 3D osv. i alt 15 år Express og 7 år Actril 3D. Jordarbeidinga er enten Tr, Vp eller Ds for hele perioden med årlig skifte mellom bygg, havre høsthvete, osv.

*)Jordarbeiding Tr = stubbharving + høstpløying
Hp = høstpløying
Vp = vårpløying
Ds = direktesåing

B. Vekstskifte: Bygg, potet, hvete

1. Jordarbeiding: Vårpløying alle år. Dagens tilgang på plantevernmiddel
2. Jordarbeiding: Vårpløying alle år. Harving mot frøugras i korn, men tilgang på fenoksysyrer mot tofrøblada rotugras. Mekanisk radrensing i potet. Dagens tilgang på soppmiddel både i korn og potet.
3. Jordarbeiding: Vårpløying alle år. Harving mot frøugras i korn, fenoksysyrer mot rotugras er borte. Mekanisk radrensing i potet. Dagens tilgang på soppmiddel både i korn og potet.
4. Jordarbeiding: Vårpløying alle år. Harving mot frøugras i korn, fenoksysyrer mot rotugras er borte. Redusert tilgang på soppmiddel både i korn og potet.

NILF- prosjekt: Scenarium A1a og A1b

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Dagens tilgang på plantevernmidler.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Express
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

<u>Sjukdomar</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Bygg, havre, vårkveite (A1a)

Jord- arbei- ding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3		Σ
Tr	0	0	22	0	0	0	1	23	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	6,9
Vp	0	0	22	3	0	0	5	30	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	8,4
Ds	0	6	22	5	0	3	9	45	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	10,1

Vekstfølge: Bygg, haustkveite (A1b)

Vp/Hp	0	10	22	2	0	0	6	40	11	1	0	0	0	0	5	0	0	17	9,7
-------	---	----	----	---	---	---	---	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	----	-----

¹⁾Jordarbeiding (den same i heile 22-årsperioden):

Tr = Stubbharving + haustpløying

Vp = Vårpløying

Ds = Direktesåing

Vp/Hp=Vårpløying (Vp) før såing av bygget, Haustpløying (Hp) før såing av haustkveiten

NILF- prosjekt: Scenarium A2a og A2b

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Dagens tilgang på plantevernmidler, men **NB! Harving mot frøugras** (2 gonger ved kvart av tidspunkta dersom harvinga blir gjennomført):

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Harving
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Harving
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*

* F. eks. Roundup Eco

Sjukdomar

Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar

Resultat: Tal sprøytingar/harvingar^{*)} og prosent avlingsreduksjon

^{*)}Hugs på at 1 harving omfattar 2 køyringar

Vekstfølge: Bygg, havre, vårkveite (A2a)

Jord- arbei- ding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3		Σ
Tr	0	0	22	9	0	0	1	32	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	10,3
Vp	0	0	22	12	0	0	5	39	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	11,6
Ds	0	6	22	13	0	6	8	55	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	12,8

Vekstfølge: Bygg, haustkveite (A2b)

Vp/Hp	0	10	22	10	0	0	6	48	11	1	0	0	0	0	5	0	0	20	14,2
-------	---	----	----	----	---	---	---	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	----	------

¹⁾Jordarbeiding (den same i heile 22-årsperioden):

Tr = Stubbharving + haustpløying

Vp = Vårpløying

Ds = Direktesåing

Vp/Hp=Vårpløying (Vp) før såing av bygget, Haustpløying (Hp) før såing av haustkveiten

NILF- prosjekt: Scenarium A3a og A3b

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Middel som inneheld fenoksyssyrer, er borte. Elles dagens tilgang på plantevernemiddel.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Harmony Plus
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Express
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*

* F. eks. Roundup Eco

<u>Sjukdomar</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Bygg, havre, vårkveite (A3a)

Jord-arbeiding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3		Σ
Tr	0	0	22	3	0	0	1	26	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	7,9
Vp	0	0	22	8	0	0	5	35	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	9,8
Ds	0	6	22	13	0	4	9	54	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	11,8

Vekstfølge: Bygg, haustkveite (A3b)

Vp/Hp	0	10	22	6	0	0	6	44	11	1	0	0	0	0	5	0	0	17	10,3
-------	---	----	----	---	---	---	---	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	----	------

¹⁾Jordarbeiding (den same i heile 22-årsperioden):

Tr = Stubbharving + haustpløying

Vp = Vårpløying

Ds = Direktesåing

Vp/Hp=Vårpløying (Vp) før såing av bygget, Haustpløying (Hp) før såing av haustkveiten

NILF- prosjekt: Scenarium A4a og A4b

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Middel som inneheld fenoksyssyrer, er bort. Elles dagens tilgang på plantevernemiddel, men **NB! Harving mot frøugras** (2 gonger ved kvart av tidspunkta dersom harvinga blir gjennomført):

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Harving
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Harving
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Express
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*

* F. eks. Roundup Eco

Sjukdomar

Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar

Resultat: Tal sprøytingar/harvingar^{*)} og prosent avlingsreduksjon

^{*)}Hugs på at 1 harving omfattar 2 køyringar

Vekstfølge: Bygg, havre, vårkveite (A4a)

Jord- arbeid- ing ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Σ	
Tr	0	0	22	18	0	0	1	41	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	11,6
Vp	0	1	22	20	0	0	5	48	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	14,3
Ds	0	7	22	20	0	3	9	61	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	17,9

Vekstfølge: Bygg, haustkveite (A4b)

Vp/Hp	0	10	22	20	0	0	6	58	11	1	0	0	0	0	5	0	0	17	15,3
-------	---	----	----	----	---	---	---	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	----	------

¹⁾Jordarbeiding (den same i heile 22-årsperioden):

Tr = Stubbharving + haustpløying

Vp = Vårpløying

Ds = Direktesåing

Vp/Hp=Vårpløying (Vp) før såing av bygget, Haustpløying (Hp) før såing av haustkveiten

NILF- prosjekt: Scenarium A5a og A5b

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Alle kjemiske middel er bort, men **NB! Harving mot frøugras** (2 ganger ved kvart av tidspunkta dersom harvinga blir gjennomført):

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	-
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Harving
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Harving
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	-
Mogen bygg, kveke	Bt4	-
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	-
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	-

Sjukdomar

Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	-
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	-
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	-
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	-
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	-
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	-
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	-
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	-
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	-

Resultat: Tal harvingar^{*)} og prosent avlingsreduksjon

^{*)}Hugs på at 1 harving omfattar 2 køyringar

Vekstfølge: Bygg, havre, vårkveite (A5a)

Jord- arbei- ding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar										Avl. red. %
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp	Sj	
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Σ	
Tr	0	0	22	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
Vp	0	1	22	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61
Ds	0	13	22	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75

Vekstfølge: Bygg, haustkveite (A5b)

Vp/Hp	0	10	22	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66
-------	---	----	----	---	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

¹⁾Jordarbeiding (den same i heile 22-årsperioden):

Tr = Stubbharving + haustpløying

Vp = Vårpløying

Ds = Direktesåing

Vp/Hp=Vårpløying (Vp) før såing av bygget, Haustpløying (Hp) før såing av haustkveiten

NILF- prosjekt: Scenarium A6a og A6b

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Som det går fram av A1a,A1b – A5a,A5b er behovet for bruk av soppmiddel uavhengig av tiltaka mot ugras. På den andre sida veit vi at det er meir nødvendig å sprøyta mot sjukdomar når same art (bygg eller kveite) blir dyrka i fleire år etter kvarandre, dessutan om jordarbeidinga samtidig blir redusert. Simuleringane med varierende tilgang på soppmiddel blir difor gjennomført med same arsenal av ugrasmiddel som bl.a. i A1a, men med skiftande jordarbeidingar og ulik tilgang på soppmiddel.

<u>Ugras (som A1a)</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Express
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

Sjukdomar (Fritt val blant dagens soppmiddel)

Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Einsidig bygg (A6a)

Jord- arbei- ding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3		Σ
Tr	0	0	22	0	0	0	1	23	9	0	0	8	0	0	0	0	0	17	8,3
Vp	0	1	22	2	1	0	4	30	9	0	0	8	0	0	0	0	0	17	9,7
Ds	0	7	22	5	0	2	10	46	7	0	0	10	0	0	0	0	0	17	12,0

Vekstfølge: Einsidig vårkveite (A6b)

Tr	0	0	22	0	0	0	3	26	14	0	0	0	0	0	8	0	0	22	9,8
Vp	1	1	22	1	0	0	6	31	14	0	0	0	0	0	8	0	0	22	10,8
Ds	0	7	22	5	0	5	10	43	14	0	0	0	0	0	9	0	0	23	13,3

¹⁾Jordarbeiding (den same i heile 22-årsperioden):

Tr = Stubbharving + haustpløying

Vp = Vårpløying

Ds = Direktesåing

NILF- prosjekt: Scenarium A7a og A7b

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Som det går fram av A1a,A1b – A5a,A5b er behovet for bruk av soppmiddel uavhengig av tiltaka mot ugras. På den andre sida veit vi at det er meir nødvendig å sprøyta mot sjukdomar når same art (bygg eller kveite) blir dyrka i fleire år etter kvarandre, dessutan om jordarbeidinga samtidig blir redusert. Simuleringane med varierende tilgang på soppmiddel blir difor gjennomført med same arsenal av ugrasmiddel som bl.a. i A1a, med skiftande jordarbeidingar og ulik tilgang på soppmiddel.

<u>Ugras (som A1a)</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Express
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

Sjukdomar (Soppmiddel med redusert miljørisiko)

Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Forbel
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Forbel
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Sportak
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Sportak
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Sportak
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Sportak

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Einsidig bygg (A7a)

Jord- arbei- ding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3		Σ
Tr	0	0	22	0	0	0	1	23	9	0	0	8	0	0	0	0	0	17	8,3
Vp	0	1	22	2	1	0	4	30	9	0	0	8	0	0	0	0	0	17	9,7
Ds	0	7	22	5	0	2	10	46	7	0	0	10	0	0	0	0	0	17	12,0

Vekstfølge: Einsidig vårkveite (A7b)

Tr	0	0	22	0	0	0	3	25	14	0	0	0	0	0	8	1	0	23	9,9
Vp	1	1	22	1	0	0	6	31	14	0	0	0	0	0	8	1	0	23	10,9
Ds	0	7	22	5	0	5	10	49	14	0	0	0	0	0	9	1	0	24	13,4

¹⁾Jordarbeiding (den same i heile 22-årsperioden):

Tr = Stubbharving + haustpløying

Vp = Vårpløying

Ds = Direktesåing

NILF- prosjekt: Scenarium A8a og A8b

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Middel som inneheld glyfosat er borte. Elles dagens tilgang på plantevernmiddel.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	-
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Express
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	-
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	-
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	-

<u>Sjukdomar</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Bygg, havre, vårkveite (A8a)

Jord-arbeiding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt 1	Bt 2ef	Bt 2tf	Bt 3	Bt 4	Bt 5	Bt 6	Ug Σ	Md 1	Md 2	Md 3	Bf 1	Bf 2	Bf 3	Kp 1	Kp 2	Kp 3		Sj Σ
Tr	0	0	22	2	0	0	0	24	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	8,3
Vp	0	0	22	4	0	0	0	29	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	34,6
Ds	0	4	22	6	0	0	0	32	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	54,0

Vekstfølge: Bygg, haustkveite (A8b)

Vp/Hp	0	10	22	2	0	0	0	34	11	1	0	0	0	0	5	0	0	17	41,5
-------	---	----	----	---	---	---	---	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	----	------

¹⁾Jordarbeiding (den same i heile 22-årsperioden):

Tr = Stubbharving + haustpløying

Vp = Vårpløying

Ds = Direktesåing

Vp/Hp=Vårpløying (Vp) før såing av bygget, Haustpløying (Hp) før såing av haustkveiten

NILF- prosjekt: Scenarium A9

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Dagens tilgang på plantevernmidler.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Express
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

<u>Sjukdomar</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Havre, haustkveite, bygg, havre, vårkveite, bygg osv. i 22 år.

Jord-arbeiding ¹⁾	Ugras							Sjukdomar									Avl. red. %		
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj	
Vp/Hp	0	1	22	3	0	0	5	31	6	0	0	0	0	0	4	0	0	10	9,2

¹⁾Jordarbeiding:

Vp/Hp=Vårpløying (Vp) for såing av bygg, havre og vårkveite. Haustpløying (Hp) for såing av haustkveite

NILF- prosjekt: Scenarium A10

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Alle kjemiske plantevernmiddel er borte.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	-
Etter såing, einføblada frøgras	Bt2ef	Harving
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøgras	Bt2tf	Harving
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotgras	Bt3	-
Mogen bygg, kveke	Bt4	-
Straks etter skjering, frøgras	Bt5	-
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	-

*F. eks. Roundup Eco

<u>Sjukdomar</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	-
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	-
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	-
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	-
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	-
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	-
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	-
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	-
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	-

Resultat: Tal behandlingar og prosent avlingsreduksjon

NB! 1 harving omfattar 2 køyringar

Vekstfølge: Havre, haustkveite, bygg, havre, vårkveite, bygg osv. i 22 år.

Jord- arbei- ding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Σ	
Vp/Hp	0	1	22	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61

¹⁾Jordarbeiding:

Vp/Hp=Vårpløying (Vp) før såing av bygg, havre og vårkveite. Haustpløying (Hp) før såing av haustkveite

NILF- prosjekt: Scenarium A11

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Dagens tilgang på ugrasmiddel, soppmiddel med redusert miljørisiko.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Express
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

Sjukdomar (middel med redusert miljørisiko)

Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Forbel
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Forbel
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Sportak
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Sportak
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Sportak
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Sportak

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Havre, haustkveite, bygg, havre, vårkveite, bygg osv. i 22 år.

Jord-arbeiding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
Vp/Hp	0	1	22	0	3	0	5	31	6	0	0	0	0	0	4	1	0	11	9,1

¹⁾Jordarbeiding:

Vp/Hp=Vårpløying (Vp) før såing av bygg, havre og vårkveite. Haustpløying (Hp) før såing av haustkveite

NILF- prosjekt: Scenarium A12

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Glyfosat er borte. Elles dagens tilgang på plantevernmidler.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	-
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Express
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	-
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	-
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	-
<u>Sjukdomar</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Havre, haustkveite, bygg, havre, vårkveite, bygg osv. i 22 år.

Jord-arbeiding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
Vp/Hp	0	1	22	3	0	0	0	26	6	0	0	0	0	0	4	0	0	10	35

¹⁾Jordarbeiding:

Vp/Hp=Vårpløying (Vp) for såing av bygg, havre og vårkveite. Haustpløying (Hp) for såing av haustkveite

NILF- prosjekt: Scenarium A13

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Dagens tilgang på plantevernmidler.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Express
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

<u>Sjukdomar</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Havre, haustkveite, bygg, havre, vårkveite, bygg osv. i 22 år.

Jord-arbeiding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
Vh/Hp	0	6	22	2	1	9	3	43	6	0	0	0	0	0	5	0	0	11	9,0

¹⁾Jordarbeiding:

Vh/Hp=Vårharving (Vh) før såing av bygg, havre og vårkveite. Haustpløying (Hp) før såing av haustkveite

NILF- prosjekt: Scenarium A14

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Alle kjemiske plantevernmiddel er borte.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	-
Etter såing, einføblada frøugras	Bt2ef	Harving
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Harving
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	-
Mogen bygg, kveke	Bt4	-
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	-
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	-
*F. eks. Roundup Eco		
<u>Sjukdomar</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	-
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	-
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	-
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	-
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	-
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	-
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	-
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	-
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	-

Resultat: Tal behandlingar og prosent avlingsreduksjon

NB! 1 harving omfattar 2 køyringar

Vekstfølge: Havre, haustkveite, bygg, havre, vårkveite, bygg osv. i 22 år.

Jord- arbei- ding ¹⁾	Ugras							Sjukdomar									Avl. red. %		
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp		Kp	Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Σ	
Vh/Hp	0	12	22	0	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71

¹⁾Jordarbeiding:

Vh/Hp=Vårharving (Vh) før såing av bygg, havre og vårkveite. Haustpløying (Hp) før såing av haustkveite

NILF- prosjekt: Scenarium A15

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Dagens tilgang på ugrasmiddel, soppmiddel med redusert miljørisiko.

Ugras	Behandlingstid	Middel/metode
	Tidleg vår, før våronn	Bt1 Glyfosat*
	Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef Arelon
	Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf Express
	Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3 Actril 3D
	Møgen bygg, kveke	Bt4 Glyfosat*
	Straks etter skjering, frøugras	Bt5 Glyfosat*
	Fire veker etter skjering, kveke	Bt6 Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

Sjukdomar (middel med redusert miljørisiko)

Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Forbel
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Forbel
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Sportak
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Sportak
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Sportak
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Sportak

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Havre, haustkveite, bygg, havre, vårkveite, bygg osv. i 22 år.

Jord-arbeiding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Σ	
Vh/Hp	0	6	22	2	1	9	3	43	6	0	0	0	0	0	5	1	0	12	9,0

¹⁾Jordarbeiding:

Vh/Hp=Vårharving (Vh) før såing av bygg, havre og vårkveite. Haustpløying (Hp) før såing av haustkveite

NILF- prosjekt: Scenarium A16

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Glyfosat er borte. Elles dagens tilgang på plantevernmidler.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	-
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Express
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	-
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	-
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	-

<u>Sjukdomar</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Havre, haustkveite, bygg, havre, vårkveite, bygg osv. i 22 år.

Jord-arbeiding ¹⁾	Ugras							Sjukdomar									Avl. red. %		
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj	
Vh/Hp	0	8	22	5	0	0	0	35	6	0	0	0	0	0	5	0	0	11	49

¹⁾Jordarbeiding:

Vh/Hp=Vårharving (Vh) for såing av bygg, havre og vårkveite. Haustpløying (Hp) for såing av haustkveite

NILF- prosjekt: Scenarium A17

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Dagens tilgang på plantevernmidler.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Express
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

<u>Sjukdomar</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Havre, haustkveite, bygg, havre, vårkveite, bygg osv. i 22 år.

Jord-arbeiding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
Tr/Hp	0	0	22	0	0	0	2	24	6	0	0	0	0	0	4	0	0	10	8,0

¹⁾Jordarbeiding:

Tr/Hp=Stubbarving + pløying om hausten (Tr) etter bygg, havre og vårkveite, men berre Haustpløying (Hp) før såing av haustkveite

NILF- prosjekt: Scenarium A18

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Alle kjemiske plantevernmiddel er borte.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	-
Etter såing, einføblada frøugras	Bt2ef	Harving
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Harving
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	-
Møgen bygg, kveke	Bt4	-
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	-
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	-
*F. eks. Roundup Eco		
<u>Sjukdomar</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	-
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	-
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	-
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	-
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	-
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	-
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	-
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	-
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	-

Resultat: Tal behandlingar og prosent avlingsreduksjon

NB! 1 harving omfattar 2 køyringar

Vekstfølge: Havre, haustkveite, bygg, havre, vårkveite, bygg osv. i 22 år.

Jord- arbei- ding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %		
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj	
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3		Σ	
Tr/Hp	0	0	22	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43

¹⁾Jordarbeiding:

Tr/Hp=Stubbharving + pløying om hausten (Tr) etter bygg, havre og vårkveite, men berre Haustpløying (Hp) før såing av haustkveite

NILF- prosjekt: Scenarium A19

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Dagens tilgang på ugrasmiddel, soppmiddel med redusert miljørisiko.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Express
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

Sjukdomar (middel med redusert miljørisiko)

Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Forbel
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Forbel
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Sportak
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Sportak
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Sportak
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Sportak

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Havre, haustkveite, bygg, havre, vårkveite, bygg osv. i 22 år.

Jord-arbeiding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
Tr/Hp	0	0	22	0	0	0	2	24	6	0	0	0	0	0	4	1	0	11	8,0

¹⁾Jordarbeiding:

Tr/Hp=Stubbharving + pløying om hausten (Tr) etter bygg, havre og vårkveite, men berre Haustpløying (Hp) før såing av haustkveite

NILF- prosjekt: Scenarium A20

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Glyphosat er borte. Elles dagens tilgang på plantevernmidler.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	-
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Express
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	-
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	-
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	-

<u>Sjukdomar</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Havre, haustkveite, bygg, havre, vårkveite, bygg osv. i 22 år.

Jord-arbeiding ¹⁾	Ugras							Sjukdomar									Avl. red. %		
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj	
Tr/Hp	0	0	22	1	0	0	0	23	6	0	0	0	0	0	4	0	0	10	12,6

¹⁾Jordarbeiding:

Tr/Hp=Stubbarving + pløying om hausten (Tr) etter bygg, havre og vårkveite, men berre Haustpløying (Hp) før såing av haustkveite

NILF- prosjekt: Scenarium A_21

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Dagens tilgang på plantevernmidler.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Express
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

<u>Sjukdomar</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Bygg, havre, haustkveite

Jord- arbei- ding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3		Σ
Tr	0	0	22	1	0	0	3	26	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	6,5
Vp	1	0	22	1	0	0	4	28	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	7,0
Ds	0	14	22	5	0	7	8	56	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	10,0

¹⁾Jordarbeiding (den same i heile 22-årsperioden):

Tr = Stubbharving + haustpløying, men OBS! Berre haustpløying før såing av haustkorn!

Vp = Vårpløying, men OBS! Haustpløying (Hp) før såing av haustkveite (d.v.s. kvart tredje år) og inga vårpløying det året det er haustkveite på åkeren!

Ds = Direktesåing

Merknad: Før såing av haustkorn er det ikkje tid til både harving og pløying. Difor berre pløying i slike situasjonar.

NILF- prosjekt: Scenarium A_22

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Dagens tilgang på plantevernmidler, men harving mot frøgras.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einføblada frøgras	Bt2ef	Harving
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøgras	Bt2tf	Harving
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøgras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

<u>Sjukdomar</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar

Resultat: Tal sprøytingar/harvingar¹⁾ og prosent avlingsreduksjon

¹⁾Hugs på at 1 harving omfattar 2 køyringar

Vekstfølge: Bygg, havre, haustkveite

Jord- arbei- ding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar								Avl. red. %		
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp		Kp	Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2		3	Σ
Tr	0	0	22	9	0	0	3	34	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	10,2
Vp	1	0	22	9	0	0	4	36	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	10,6
Ds	0	14	22	13	0	13	5	56	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	14,4

¹⁾Jordarbeiding (den same i heile 22-årsperioden):

Tr = Stubbharving + haustpløying, men OBS! Berre haustpløying før såing av haustkorn!

Vp = Vårpløying, men OBS! Haustpløying (Hp) før såing av haustkveite (d.v.s. kvart tredje år) og inga vårpløying det året det er haustkveite på åkeren!

Ds = Direktesåing

Merknad: Før såing av haustkorn er det ikkje tid til både harving og pløying. Difor berre pløying i slike situasjonar.

NILF- prosjekt: Scenarium A_23

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Dagens tilgang på plantevernmiddel, men fenoksyryrer er borte.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Harmony
Plus		
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Express
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

<u>Sjukdomar</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Bygg, havre, haustkveite

Jord-arbeiding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Σ	
Tr	0	0	22	3	0	0	3	28	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	6,9
Vp	1	0	22	4	0	0	4	31	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	7,6
Ds	0	14	22	13	0	7	8	64	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	11,3

¹⁾Jordarbeiding (den same i heile 22-årsperioden):

Tr = Stubbharving + haustpløying, men OBS! Berre haustpløying før såing av haustkorn!

Vp = Vårpløying, men OBS! Haustpløying (Hp) før såing av haustkveite (d.v.s. kvart tredje år) og inga vårpløying det året det er haustkveite på åkeren!

Ds = Direktesåing

Merknad: Før såing av haustkorn er det ikkje tid til både harving og pløying. Difor berre pløying i slike situasjonar.

NILF- prosjekt: Scenarium A_24

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Frøugraset blir tatt med harving, og fenoksyser er borte,

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einførlada frøugras	Bt2ef	Harving
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Harving
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Express
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

<u>Sjukdomar</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar

Resultat: Tal sprøytingar/harvingar¹⁾ og prosent avlingsreduksjon

¹⁾Hugs på at 1 harving omfattar 2 køyringar

Vekstfølge: Bygg, havre, haustkveite

Jord-arbeiding ¹⁾	Ugras							Sjukdomar									Avl. red. %		
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp		Kp	Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Σ	
Tr	0	0	22	19	0	0	3	44	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	11,7
Vp	1	0	22	17	0	0	4	44	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	11,8
Ds	0	14	22	20	0	13	5	74	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	15,4

¹⁾Jordarbeiding (den same i heile 22-årsperioden):

Tr = Stubbharving + haustpløying, men OBS! Berre haustpløying før såing av haustkorn!

Vp = Vårpløying, men OBS! Haustpløying (Hp) før såing av haustkveite (d.v.s. kvart tredje år) og inga vårpløying det året det er haustkveite på åkeren!

Ds = Direktesåing

Merknad: Før såing av haustkorn er det ikkje tid til både harving og pløying. Difor berre pløying i slike situasjonar.

NILF- prosjekt: Scenarium A_25

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Alle kjemiske middel er bort. **Harving mot frøugras**

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	-
Etter såing, einføblada frøugras	Bt2ef	Harving
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Harving
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	-
Møgen bygg, kveke	Bt4	-
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	-
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	-

Sjukdomar

Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	-
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	-
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	-
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	-
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	-
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	-
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	-
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	-
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	-

Resultat: Tal harvingar^{*)} og prosent avlingsreduksjon

^{*)}Hugs på at 1 harving omfattar 2 køyringar

Vekstfølge: Bygg, havre, haustkveite

Jord- arbei- ding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3		Σ
Tr	0	0	22	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
Vp	0	0	22	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
Ds	0	14	22	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75

¹⁾Jordarbeiding (den same i heile 22-årsperioden):

Tr = Stubbharving + haustpløying, men OBS! Berre haustpløying før såing av haustkorn!

Vp = Vårpløying, men OBS! Haustpløying (Hp) før såing av haustkveite (d.v.s. kvart tredje år) og inga vårpløying det året det er haustkveite på åkeren!

Ds = Direktesåing

Merknad: Før såing av haustkorn er det ikkje tid til både harving og pløying. Difor berre pløying i slike situasjonar.

NILF- prosjekt: Scenarium A_26

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Dagens tilgang på plantevernmidler.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	-
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Express
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	-
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	-
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	-
<u>Sjukdomar</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Bygg, havre, haustkveite

Jord- arbei- ding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3		Σ
Tr	0	0	22	1	0	0	0	23	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	17
Vp	0	0	22	3	0	0	0	25	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	36
Ds	0	14	22	7	0	0	0	43	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	56

¹⁾Jordarbeiding (den same i heile 22-årsperioden):

Tr = Stubbharving + haustpløying, men OBS! Berre haustpløying før såing av haustkorn!

Vp = Vårpløying, men OBS! Haustpløying (Hp) før såing av haustkveite (d.v.s. kvart tredje år) og inga vårpløying det året det er haustkveite på åkeren!

Ds = Direktesåing

Merknad: Før såing av haustkorn er det ikkje tid til både harving og pløying. Difor berre pløying i slike situasjonar.

NILF- prosjekt: Scenarium A_27 (Som A_21)

(Utgangspunktet var A6, men her med bygg, havre, haustkveite)

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Dagens tilgang på ugras- og soppmiddel.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Express
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

<u>Sjukdomar</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Bygg, havre, haustkveite

Jord- arbei- ding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3		Σ
Tr	0	0	22	1	0	0	3	26	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	6,5
Vp	1	1	22	0	0	0	4	28	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	7,0
Ds	0	14	22	5	0	7	8	56	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	10,0

¹⁾Jordarbeiding (den same i heile 22-årsperioden):

Tr = Stubbharving + haustpløying, men OBS! Berre haustpløying før såing av haustkorn!

Vp = Vårpløying, men OBS! Haustpløying (Hp) før såing av haustkveite (d.v.s. kvart tredje år) og inga vårpløying det året det er haustkveite på åkeren!

Ds = Direktesåing

Merknad: Før såing av haustkorn er det ikkje tid til både harving og pløying. Difor berre pløying i slike situasjonar.

NILF- prosjekt: Scenarium A28 (Som A1a)

(Utgangspunktet var A6, men her med 3-årig omløp med vårkorn)

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Dagens tilgang på ugras- og soppmiddel.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Express
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

<u>Sjukdomar</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Bygg, havre, vårkveite

Jord- arbei- ding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3		Σ
Tr	0	0	22	0	0	0	1	23	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	6,0
Vp	0	0	22	2	0	0	5	29	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	7,2
Ds	0	1	22	6	0	4	9	42	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	8,5

¹⁾Jordarbeiding (den same i heile 22-årsperioden):

Tr = Stubbharving + haustpløying

Vp = Vårpløying

Ds = Direktesåing

Vp/Hp=Vårpløying (Vp) før såing av bygget, Haustpløying (Hp) før såing av haustkveiten

NILF- prosjekt: Scenarium A_29

(Utgangspunktet er A7, men her med bygg, havre, haustkveite)

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Dagens tilgang på ugrasmiddel, redusert tilgang på soppmiddel.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Express
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

Sjukdomar (Soppmiddel med redusert miljørisiko)

Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Forbel
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Forbel
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Sportak
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Sportak
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Sportak
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Sportak

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Bygg, havre, haustkveite

Jord-arbeiding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3		Σ
Tr	0	0	22	1	0	0	3	26	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	7,7
Vp	1	0	22	1	0	0	4	28	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	7,9
Ds	0	14	22	5	0	7	8	56	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	11,4

¹⁾Jordarbeiding (den same i heile 22-årsperioden):

Tr = Stubbharving + haustpløying, men OBS! Berre haustpløying før såing av haustkorn!

Vp = Vårpløying, men OBS! Haustpløying (Hp) før såing av haustkveite (d.v.s. kvart tredje år) og inga vårpløying det året det er haustkveite på åkeren!

Ds = Direktesåing

Merknad: Før såing av haustkorn er det ikkje tid til både harving og pløying. Difor berre pløying i slike situasjonar.

NILF- prosjekt: Scenarium A_30

(Utgangspunktet er A7, men her med bygg, havre, vårkveite)

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Dagens tilgang på ugrasmiddel, redusert tilgang på soppmiddel.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u> *
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Express
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

Sjukdomar (Soppmiddel med redusert miljørisiko)

Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Forbel
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Forbel
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Sportak
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Sportak
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Sportak
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Sportak

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Bygg, havre, vårkveite

Jord- arbei- ding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3		Σ
Tr	0	0	22	0	0	0	1	23	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	7,0
Vp	0	0	22	3	0	0	5	30	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	8,5
Ds	0	6	22	5	0	3	9	45	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	10,1

¹⁾Jordarbeiding (den same i heile 22-årsperioden):

Tr = Stubbharving + haustpløying.

Vp = Vårpløying.

Ds = Direktesåing

NILF- prosjekt: Scenarium A_31

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Dagens tilgang på plantevernmidler: 15 år Express og 7 år Actril 3D, organisert slik: 2 år Express – 1 år Actril 3D, 2 år Express – 1 år Actril 3D osv.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras Express/Actril 3D	Bt2tf	
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

<u>Sjukdomar</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Bygg, havre, vårkveite

Jord- arbei- ding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3		Σ
Tr	0	0	22	0	0	0	1	23	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	6,4
Vp	0	0	22	1	0	0	5	28	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	8,1
Ds	0	6	22	3	0	4	9	44	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	9,8

¹⁾Jordarbeiding (den same i heile 22-årsperioden):

Tr = Stubbharving + haustpløying, men

Vp = Vårpløying.

Ds = Direktesåing

NILF- prosjekt: Scenarium A_ 32

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Dagens tilgang på plantevernmidler: 15 år Express og 7 år Actril 3D, organisert slik: 2 år Express – 1 år Actril 3D, 2 år Express – 1 år Actril 3D osv.

<u>Ugras</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøgras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøgras Express/Actril 3D	Bt2tf	
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøgras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

<u>Sjukdomar</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar

Resultat: Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon

Vekstfølge: Bygg, havre, haustkveite

Jord- arbei- ding ¹⁾	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3		Σ
Tr	0	0	22	0	0	0	3	25	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	7,0
Vp	1	0	22	0	0	0	4	27	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	7,3
Ds	0	14	22	3	0	5	9	53	9	1	0	0	0	0	2	0	0	12	11,1

¹⁾Jordarbeiding (den same i heile 22-årsperioden):

Tr = Stubbharving + haustpløying, men OBS! Berre haustpløying før såing av haustkorn!

Vp = Vårpløying, men OBS! Haustpløying (Hp) før såing av haustkveite (d.v.s. kvart tredje år) og inga vårpløying det året det er haustkveite på åkeren!

Ds = Direktesåing

Merknad: Før såing av haustkorn er det ikkje tid til både harving og pløying. Difor berre pløying i slike situasjonar.

NILF- prosjekt: Scenarium B1

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Dagens tilgang på plantevernmidler.

<u>Ugras, korn</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøgras	Bt2ef	Arelon
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøgras	Bt2tf	Express
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøgras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*
<u>Ugras, potet</u>		
Tidleg om våren, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Like før oppspiring	Bt2	Sencor
7-10 dagar etter oppspiring	Bt3	Titus
2 – 3 veker etter spiring	Bt4	Focus Ultra
5 – 6 veker etter oppspiring	Bt5	Radreinsing
Etter optaking	Bt6	Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

<u>Sjukdomar, korn</u>			
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel	
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit	
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro	
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo	
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego	
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak	
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro	
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo	
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar	
<u>Sjukdomar, potet (tørrøte)</u>			
1. og 2. sprøyting	Sp#	Tattoo	
3. sprøyting og seinare	Sp#	Shirlan	

Tal behandlingar og prosent avlingsreduksjon. Vekstfølge: Bygg, potet, vårkveite (22 år)

		Korn, 15 år																	
Jord-arbeiding	Ugras								Sjukdomar								Avl. red. %		
	Bt 1	Bt 2ef	Bt 2tf	Bt 3	Bt 4	Bt 5	Bt 6	Ug Σ	Md 1	Md 2	Md 3	Bf 1	Bf 2	Bf 3	Kp 1	Kp 2		Kp 3	Sj Σ
	0	0	15	1	0	0	4	20	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	8,2
Vårpløying (Vp)	Potet, 7 år																		
	Ugras							Sjukdomar (tøttøte)											
	Bt 1	Bt 2	Bt 3	Bt 4	Bt 5	Bt 6	Ug Σ	Sp 1	Sp 2	Sp 3	Sp 4	Sp 5	Sp 6	Sp 7	Sp 8	Sj Σ			
	0	7	7	1	1	0	16	7	7	7	6	3	1	0	0	31	8,4		

NILF- prosjekt: Scenarium B2

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Innskrenka tilgang på ugrasmiddel, dagens tilgang på tørrøtemiddel.

<u>Ugras, korn</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøgras	Bt2ef	Harving
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøgras	Bt2tf	Harving
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Actril 3D
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøgras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*
<u>Ugras, potet</u>		
Tidleg om våren, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Like før oppspiring	Bt2	Radreinsing
7-10 dagar etter oppspiring	Bt3	Radreinsing
2 – 3 veker etter spiring	Bt4	Radreinsing
5 – 6 veker etter oppspiring	Bt5	Radreinsing
Etter opptaking	Bt6	Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

<u>Sjukdomar, korn</u>		
Mjødogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjødogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjødogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar
<u>Sjukdomar, potet (tørrøte)</u>		
1. og 2. sprøyting	Sp#	Tattoo
3. sprøyting og seinare	Sp#	Shirlan

Tal behandlingar og prosent avlingsreduksjon. Vekstfølge: Bygg, potet, vårkveite (22 år)

		Korn, 15 år																		
Jord-arbei-ding	Avl. red. %	Ugras							Sjukdomar											
		Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp	Sj		
		1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Σ	
		0	0	15	4	0	0	4	23	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	10,8
Vår-ploy-ing (Vp)		Potet, 7 år																		
		Ugras							Sjukdomar (tøttøte)											
		Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	Sj			
		1	2	3	4	5	6	Σ	1	2	3	4	5	6	7	8	Σ			
		0	7	6	2	0	0	15	7	7	7	6	3	1	0	0	31	9,6		

NILF- prosjekt: Scenarium B3

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Innskrenka tilgang både på ugrasmiddel. Dagens tilgang på soppmiddel.

<u>Ugras, korn</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Harving
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Harving
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Express
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*
<u>Ugras, potet</u>		
Tidleg om våren, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Like før oppspiring	Bt2	Radreinsing
7-10 dagar etter oppspiring	Bt3	Radreinsing
2 – 3 veker etter spiring	Bt4	Radreinsing
5 – 6 veker etter oppspiring	Bt5	Radreinsing
Etter opptaking	Bt6	Glyfosat*

* F. eks. Roundup Eco

<u>Sjukdomar, korn</u>		
Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Zenit
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Amistar Pro
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Stereo
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Stratego
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar Pro
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Stereo
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Amistar
<u>Sjukdomar, potet (tørrøte)</u>		
1. og 2. sprøyting	Sp#	Tattoo
3. sprøyting og seinare	Sp#	Shirlan

Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon. Vekstfølge: Bygg, potet, vårkveite (22 år)

		Korn, 15 år																	
Jord- arbei- ding	Ugras								Sjukdomar									Avl. red. %	
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp		Sj
	1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Σ	
	0	0	15	7	0	0	4	26	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	11,9
Vår- pløy- ing (Vp)	Potet, 7 år																		
	Ugras								Sjukdomar (tøttøte)										
	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	Sj	
	1	2	3	4	5	6	Σ	1	2	3	4	5	6	7	8	Σ			
	0	7	7	6	0	0	20	7	7	7	6	3	1	0	0	0	31	10,8	

NILF- prosjekt: Scenarium B4

Lokalitet og periode: Rygge 1980 – 2001

Føresetnader: Innskrenka tilgang både på ugrasmiddel og soppmiddel.

<u>Ugras, korn</u>	<u>Behandlingstid</u>	<u>Middel/metode</u>
Tidleg vår, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Etter såing, einfrøblada frøugras	Bt2ef	Harving
Kornet 3-4-blad, tofrøblada frøugras	Bt2tf	Harving
Kornet 4-5-blad, tofrøblada rotugras	Bt3	Express
Mogen bygg, kveke	Bt4	Glyfosat*
Straks etter skjering, frøugras	Bt5	Glyfosat*
Fire veker etter skjering, kveke	Bt6	Glyfosat*
<u>Ugras, potet</u>		
Tidleg om våren, før våronn	Bt1	Glyfosat*
Like før oppspiring	Bt2	Radreinsing
7-10 dagar etter oppspiring	Bt3	Radreinsing
2 – 3 veker etter spiring	Bt4	Radreinsing
5 – 6 veker etter oppspiring	Bt5	Radreinsing
Etter opptaking	Bt6	Glyfosat*

*F. eks. Roundup Eco

Sjukdomar, korn

Mjøldogg, 1. sprøyting	Md1	Forbel
Mjøldogg, 2. sprøyting	Md2	Forbel
Mjøldogg, 3. sprøyting	Md3	Forbel
Bladflekk, 1. sprøyting	Bf1	Sportak
Bladflekk, 2. sprøyting	Bf2	Sportak
Bladflekk, 3. sprøyting	Bf3	Sportak
Kveiteaksprikk, 1. sprøyting	Kp1	Amistar
Kveiteaksprikk, 2. sprøyting	Kp2	Sportak
Kveiteaksprikk, 3. sprøyting	Kp3	Sportak

Sjukdomar, potet (tørrøte)

1. - 4. sprøyting	Sp#	Acrobat/Sereno/Electis/Electis
5. sprøyting og seinare	Sp#	Dithane

Tal sprøytingar og prosent avlingsreduksjon. Vekstfølge: Bygg, potet, vårkveite (22 år)

		Korn, 15 år																		
Jord-arbeid- ing	Avl. red. %	Ugras							Sjukdomar											
		Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Md	Md	Md	Bf	Bf	Bf	Kp	Kp	Kp	Sj		
		1	2ef	2tf	3	4	5	6	Σ	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Σ	
		0	0	15	7	0	0	4	26	8	0	0	0	0	0	2	0	0	10	12,0
		Potet, 7 år																		
Vår- pløy- ing (Vp)	Avl. red. %	Ugras							Sjukdomar (tøttøte)											
		Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Bt	Ug	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	Sj		
		1	2	3	4	5	6	Σ	1	2	3	4	5	6	7	8	Σ			
		0	7	7	6	0	0	20	7	7	7	6	3	1	0	0	31	11,3		

Vedlegg 2 Dekningsbidragsberegninger

Tabell V2.1 Leie av maskiner, inkl traktor og mann, middelverdier

Maskin/type arbeid	Type	Kr/daa
Plog	Vendeplog	101,00
Sladd	Bredde > 3,5m	38,70
Sabedsharv	Bredde 4-6 m	27,98
Tromling	Bredde 4-6 m	25,80
Kunstgjødselspredning	Sentrifugal, > 700 kg	28,73
Kornsaing 1	Direktesaing	67,00
Kornsaing 2	Combimaskin	39,00
Potetsetting	Halvautomatisk	690,25
Potetoptaking	Halvautomatisk	4041,00
Akersprøyte		18,00
Risiknusing potet		40,00
Radrensing potet	4 rader	90,00

Kilde: NILF, 2004. Handbok for driftsplanlegging

Tabell V2.2 Sakormmengder og mengde settepoteter

	kg/dekar		Gj.snitt
	Fra	Til	
Høsthvete	18	21	19,5
Varhvete	23	26	24,5
Bygg, 6 rads	15	21	18,0
Havre	19	22	20,5
Potet			70,0

Kilde: NILF, 2004. Handbok for driftsplanlegging

Tabell V2.3 Plantevernmidler mot ugras i korn, behandlingstid, mengde/daa (NAD) og pris (2005)

Behandlingstid	Preparatnavn	Enhet	Mengde per daa	Pris, Kr/enhet m/avgift	Avgift Kr/enhet	Kr/sprøyting inkl. avgift
Før saing	Finale	ml	500	0,20	0,03	99,50
	Roundup	ml	350	0,04	0,01	14,18
3–4 bladstadiet For kornet	Actril	ml	250	0,13	0,06	33,50
	Ally	g	1,5	7,75	0,95	11,63
	Areion	ml	175	0,14	0,07	25,20
	Ariane S	ml	200	0,14	0,05	27,80
	Barnon P	ml	350	0,16	0,02	56,70
	Express	tablett	0,2	116,00	48,00	23,20
	Hussar	g	10	1,76	0,14	17,58
	Puma	ml	100	0,35	0,02	35,20
2–3 uker	Actril	ml	350	0,13	0,06	46,90
	Ally	g	2	7,75	0,95	15,50
	Ariane S	ml	250	0,14	0,05	34,75
	Barnon P	ml	400	0,16	0,02	64,80
	Express	tablett	0,2	73,50	14,25	14,70
	Hussar	g	10	1,76	0,14	17,58
	Puma	ml	120	0,35	0,02	42,24
Moden bygg	Roundup	ml	250	0,04	0,01	10,13
Like etter tresking	Finale	ml	500	0,20	0,03	99,50
	Roundup	ml	200	0,04	0,01	8,10
	Roundup	ml	400	0,04	0,01	16,20

Kilde: PVNOR og Felleskjøpets prisliste 2005.

Tabell V2.4 Plantevernmidler mot sykdommer i korn, behandlingstid, mengde/daa (NAD) og pris (2005)

Preparatnavn	Enhet	Mengde pr. daa	Pris, Kr/enhet m/avgift	Avgift Kr/enhet	Kr/sprøyting
Amistar	ml	100	0,54	0,09	54,00
Amistar Pro	ml	200	0,31	0,05	61,60
Forbel 750	ml	100	0,39	0,14	39,00
Sportak EW	ml	100	0,36	0,14	35,60
Stereo	ml	150	0,35	0,13	52,95
Stratego	ml	100	0,51	0,14	51,00
Zenit	ml	100	0,49	0,19	48,50

Kilde: PVNOR og Felleskjøpets prisliste 2005.

Tabell V2.5 Plantevernmidler mot ugras i potet, behandlingstid, mengde/daa og pris

Ugras i potet

Behandlingstid	Preparatnavn evt. metode	Enhet	Mengde per daa	Pris, Kr/enhet m/avgift	Avgift Kr/enhet	Kr/sprøyting (daa) m/avgift
Tidlig om varen, før varonn	Roundup Eco	ml	350	0,04	0,01	14,18
Like før oppspiring	Sencor	g	20	0,79	0,30	15,80
7-10 dager etter oppspiring	Titus	g	2	7,45	0,57	14,90
2-3 uker etter oppspiring	Focus Ultra	ml	500	0,15	0,00	73,50
Etter opptaking	Roundup Eco	ml	350	0,04	0,01	14,18

Kilde: PVNOR og Felleskjøpets prislister 2005.

Tabell V2.6 Plantevernmidler mot sykdommer i potet, behandlingstid, mengde/daa og pris

Sykdommer i potet

Preparatnavn	Enhet	Mengde per daa og sprøyting	Pris, Kr/enhet m/avgift	Avgift Kr/enhet	Kr/sprøyting (daa)
Tattoo 1-2 sprt	ml	400	0,12	0,04	46,00
Acrobat, 1-4 sprt	g	200	0,19	0,05	38,80
Electis, 1-4 sprt	g	180	0,12	0,05	21,78
Sereno, 1-4 sprt	g	110	0,23	0,07	25,63
Shirlan, 3-senere sprt	ml	35	0,84	0,35	29,23
Dithane, 5-senere sprt	ml	175	0,08	0,05	14,70

Kilde: PVNOR og Felleskjøpets prislister 2005.

Vedlegg 3 Resultattabeller fra PVNOR-scenarier og dekningsbidrag

Tabell V3.1 Resultater per dekar og endringer i forhold til "dagens tilgang". Vekstskifte med bygg, havre og varhvete

Bygg, havre, varhvete	Resultat per dekar			Endring (prosent)		
	Tradisjonell jordarbeiding	Helserisiko	Miljørisiko	DB	Helserisiko	Miljørisiko
Dagens tilgang	0,71	38,2	214	0 %	0 %	0 %
Harving mot frøgras	2,43	78,7	139	241 %	106 %	-35 %
Fenoksysyrer er borte	0,71	46,5	177	0 %	22 %	-17 %
Fenoksysyrer er borte, harving mot frøgras	0,71	36,6	129	0 %	-4 %	-40 %
Alle midler er fjernet	0,00	0,0	17	-100 %	-100 %	-92 %
Glyfosatmidler er fjernet	1,04	48,8	199	46 %	28 %	-7 %
Redusert tilgjeng på soppmidler	0,52	34,6	214	-27 %	-10 %	0 %

Varpløying	Resultat per dekar			Endring (prosent)		
	Helserisiko	Miljørisiko	DB	Helserisiko	Miljørisiko	DB
Dagens tilgang	1,50	56,4	276	0 %	0 %	0 %
Harving mot frøgras	3,22	96,9	202	114 %	72 %	-27 %
Fenoksysyrer er borte	0,93	50,1	237	-38 %	-11 %	-14 %
Fenoksysyrer er borte, harving mot frøgras	0,93	39,0	185	-38 %	-31 %	-33 %
Alle midler er fjernet	0,00	0,0	-96	-100 %	-100 %	-135 %
Glyfosatmidler er fjernet	1,42	59,8	83	-5 %	6 %	-70 %
Redusert tilgjeng på soppmidler	1,31	52,7	275	-13 %	-6 %	0 %

Direktesaing	Resultat per dekar			Endring (prosent)		
	Helserisiko	Miljørisiko	DB	Helserisiko	Miljørisiko	DB
Dagens tilgang	2,76	72,1	430	0 %	0 %	0 %
Harving mot frøgras	3,74	106,0	356	35 %	47 %	-17 %
Fenoksysyrer er borte	1,83	57,4	386	-34 %	-20 %	-10 %
Fenoksysyrer er borte, harving mot frøgras	1,23	41,9	327	-55 %	-42 %	-24 %
Alle midler er fjernet	0,00	0,0	-37	-100 %	-100 %	-109 %
Glyfosatmidler er fjernet	2,18	72,1	121	-21 %	0 %	-72 %
Redusert tilgjeng på soppmidler	2,57	68,5	430	-7 %	-5 %	0 %

Tabell V3.2 Resultater per dekar og endringer i forhold til «dagens tilgang». Vekstskifte med bygg, havre og høsthvete

Bygg, havre, høsthvete Tradisjonell jordarbeiding	Resultat per dekar			Endring (prosent)		
	Helserisiko	Miljørisiko	DB	Helserisiko	Miljørisiko	DB
Dagens tilgang	1,1	53	249	0 %	0 %	0 %
Harving mot frøugras	2,6	88	173	136 %	66 %	-31 %
Fenoksydrer er borte	0,9	56	220	-18 %	6 %	-12 %
Fenoksydrer er borte, harving mot frøugras	0,9	47	160	-18 %	-11 %	-36 %
Alle midler er fjernet	0,0	0	-34	-100 %	-100 %	-114 %
Glyfosatmidler er fjernet	1,0	52	172	-9 %	-2 %	-31 %
Redusert tilgang på soppmidler	0,9	45	241	-18 %	-15 %	-3 %

Varpløying	Resultat per dekar			Endring (prosent)		
	Helserisiko	Miljørisiko	DB	Helserisiko	Miljørisiko	DB
Dagens tilgang	1,2	54	302	0 %	0 %	0 %
Harving mot frøugras	2,7	89	227	125 %	65 %	-25 %
Fenoksydrer er borte	1,0	57	270	-17 %	6 %	-11 %
Fenoksydrer er borte, harving mot frøugras	1,0	47	219	-17 %	-13 %	-27 %
Alle midler er fjernet	0,0	0	-92	-100 %	-100 %	-130 %
Glyfosatmidler er fjernet	1,3	63	77	8 %	17 %	-75 %
Redusert tilgang på soppmidler	1,0	46	296	-17 %	-15 %	-2 %

Direktesaing	Resultat per dekar			Endring (prosent)		
	Helserisiko	Miljørisiko	DB	Helserisiko	Miljørisiko	DB
Dagens tilgang	3,7	85	420	0 %	0 %	0 %
Harving mot frøugras	3,8	116	338	3 %	36 %	-20 %
Fenoksydrer er borte	2,7	70	380	-27 %	-18 %	-10 %
Fenoksydrer er borte, harving mot frøugras	1,4	53	339	-62 %	-38 %	-19 %
Alle midler er fjernet	0,0	0	-51	-100 %	-100 %	-112 %
Glyfosatmidler er fjernet	3,4	90	90	-8 %	6 %	-79 %
Redusert tilgang på soppmidler	3,5	77	410	-5 %	-9 %	-2 %

Vedlegg 4. Modellerte økonomisk overskudd per dekar ved å behandle med veksthemmere i korn

Tabell V4.1

Crop	Lodging Class	P(lodging)		CCC		Moddus		Cerone	
		East-C	Mid-N	East-C	Mid-N	East-C	Mid-N	East-C	Mid-N
				Økonomisk gevinst		Økonomisk gevinst		Økonomisk gevinst	
Barley	LC1	0,24	0,06			-30,6	-30,9	-13,6	-16,3
	LC2	0,59	0,65			-12,6	-16,1	-12,0	-14,7
	LC3	0,18	0,29			-1,4	-8,8	23,9	12,5
	Average					-14,8	-14,8	-6,1	-6,8
Oat	LC1	0,29	0,12	-17,6	-22,0	-6,2	-16,0		
	LC2	0,35	0,24	-42,4	-39,5	-60,9	-54,3		
	LC3	0,35	0,65	55,2	29,3	26,7	6,8		
	Average			-0,7	7,1	-13,9	-10,2		
Spring wheat	LC1	0,71		-4,2		-26,5			
	LC2	0,18		29,4		25,9			
	LC3	0,12		78,8		75,3			
	Average			11,5		-5,3			
Winter wheat	LC1	0,29		-7,0		-19,6		-21,3	
	LC2	0,41		126,8		58,0		40,8	
	LC3	0,29		126,9		127,4		102,9	
	Average			87,5		55,6		40,8	

Kilde: Refsgaard et al. 2001