

# Alternativer til herbicider ved etablering af æbleplantage

Lillie Andersen<sup>1</sup>, Marianne Bruus<sup>2</sup>, Morten Strandberg<sup>2</sup>,  
Thomas Lundhede<sup>2</sup>, Jesper S. Schou<sup>2</sup>, Jon Nielsen<sup>3</sup> og Henrik  
Have<sup>3</sup>

- 1) Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet
- 2) Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet
- 3) Institut for Jordbrugsvidenskab, Københavns Universitet

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

# Indhold

<b>FORORD</b>	<b>5</b>
<b>SAMMENFATNING</b>	<b>7</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>13</b>
<b>1 FORMÅL</b>	<b>19</b>
<b>2 BAGGRUND</b>	<b>21</b>
<b>3 MATERIALER OG METODER</b>	<b>25</b>
3.1 FORSØGSDESIGN	25
3.2 ÆBLEDATA	26
3.2.1 <i>Vækst i 2004</i>	26
3.2.2 <i>Frugtsætning og udbytte i 2005</i>	26
3.2.3 <i>Bladanalyser</i>	27
3.2.4 <i>Klimaregistreringer</i>	27
3.3 MILJØDATA	27
3.3.1 <i>Indsamling af vegetationsdata</i>	28
3.3.2 <i>Indsamling af regnormedata</i>	28
3.3.3 <i>Statistisk behandling af miljødata</i>	28
3.4 UKRUDTSKLIPNING	29
3.4.1 <i>Metodik</i>	29
3.5 VELFÆRDSØKONOMI – METODISKE OVERVEJELSER	29
3.5.1 <i>Goder tilknyttet herbicidfri produktion</i>	30
3.5.2 <i>Den betingede værdisætningsmetode - Contingent Valuation (CVM)</i>	31
3.5.3 <i>Indsamling af data</i>	32
<b>4 RESULTATER</b>	<b>33</b>
4.1 ETABLERING OG TILVÆKST I BEHANDLINGERNE	33
4.2 UDBYTTE OG ÆBLESTØRRELSE	34
4.3 KVALITET I RELATION TIL FYSIOGENE SYGDOMME	35
4.4 BLADANALYSER	36
4.5 ANDRE REGISTRERINGER	37
4.5.1 <i>Fordugtighed</i>	37
4.5.2 <i>Sygdomme og skadedyr</i>	38
4.6 UKRUDTSKLIPNING	38
4.6.1 <i>Karakterisering af arbejdet</i>	38
4.6.2 <i>Maskinens påvirkning af stammer og grene</i>	39
4.7 MILJØMÆSSIGE RESULTATER	39
4.7.1 <i>Vegetation</i>	39
4.7.2 <i>Regnorme</i>	42
4.8 ANALYSE AF PRÆFERENCER OG BETALINGSVILJE FOR ÆBLER	
DYRKET UDEN BRUG AF HERBICIDER	43
4.8.1 <i>Beskrivelse af samplet</i>	44
4.8.2 <i>Splitsamples</i>	46
4.8.3 <i>Socioøkonomisk repræsentativitet</i>	47

4.8.4	<i>Indledende analyse af afgivne bud</i>	48
4.8.5	<i>Beregning af betalingsvilje</i>	49
4.8.6	<i>Forskel på splitsamples</i>	51
4.8.7	<i>Påvirkning af betalingsviljeestimatet</i>	51
4.9	DRIFTSØKONOMISKE KALKULER FOR ALTERNATIVER TIL HERBICIDANVENDELSE I ÆBLEPRODUKTION	54
4.9.1	<i>Merpris for æbler</i>	54
4.9.2	<i>Driftsøkonomisk reference og udbytter</i>	55
4.9.3	<i>Analysen af alternativer til herbicider</i>	57
<b>5</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>61</b>
5.1	FRUGTUDBYTTE I RELATION TIL BEHANDLING OG VANDINGSINTENSITET	61
5.2	MILJØGEVINSTVURDERING	64
5.3	SAMLET VURDERING AF DE AFPRØVEDE ALTERNATIVER TIL HERBICIDER	65
<b>6</b>	<b>KONKLUSION</b>	<b>69</b>
<b>7</b>	<b>PERSPEKTIVER</b>	<b>71</b>
7.1	FORSKNINGSASPEKTER	71
7.2	ADMINISTRATIVE KONSEKVENSER.	71
<b>8</b>	<b>REFERENCER</b>	<b>73</b>
Bilag 1	Spørgeskema	
Bilag 2	Styrkeberegninger	
Bilag 3	Supplerende data af udbytte og frugtstørrelse	
Bilag 4	Ukrudtsarter i behandlingerne	
Bilag 5	Supplerende data fra velfærdsøkonomisk analyse	

# Forord

Dette projekt ”*Alternativer til herbicider i frugtplantager og planteskoler*” er gennemført i Miljøstyrelsens Bekæmpelsesmiddelprogram og udført i et samarbejde mellem Institut for Havebrugsproduktion, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet og Institut for Jordbrugsvidenskab, Københavns Universitet.

Projektet er gennemført i perioden 1. januar 2004 til 1. december 2007.

Projektet er fulgt af pesticidforskningsprogrammets følgegruppe ”Natur & Pesticider”, som gennem projektets løbetid har bidraget med konstruktiv kritik til projektet.

Følgegruppen havde følgende medlemmer:

- Konsulent Claus Jerram Christensen, Dansk Juletræsdyrkerforening
- Specialkonsulent, Jørn Kirkegaard, Miljøstyrelsen (formand)
- Seniorforsker Carsten Suhr Jacobsen, GEUS
- Konsulent Helene Simoni Thorup, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret
- Specialkonsulent Claus Hansen, Miljøstyrelsen
- Direktør Per Kremmer, Hardi International A/S
- Registreringschef Nis Schmidt, Dow AgroSciences Danmark A/S
- Seniorforsker Marianne Bruus Pedersen, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet
- Forskningsleder Niels Holst, Institut for Plantebeskyttelse og Skadedyr, DJF, Aarhus Universitet
- Forskningschef Svend Christensen, Institut for Jordbrugsteknik, DJF, Aarhus Universitet
- Forskningsleder Per Kudsk, Institut for Plantebeskyttelse og Skadedyr, DJF, Aarhus Universitet
- Seniorforsker Jesper S. Schou, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet
- Seniorforsker Beate Strandberg, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet

Fra forfatterne skal lyde en særlig tak for værdifulde skriftlige kommentarer til rapportudkast fra Claus Hansen, Helene Simoni Thorup, Beate Strandberg Per Kudsk og Svend Christensen.



# Sammenfatning

## *Alternativer til herbicider*

Alternative metoder til forebyggelse eller bekæmpelse af ukrudt ved etablering af æbleplantage kan bestå af dækning af jorden med rapshalm eller sort plast, uden at udbytte og kvalitet bliver berørt under optimale klimatiske betingelser som i nærværende forsøg. Mekanisk rensning, dækafgrøder som tagetes, humlesneglebælg eller græs reducerer udbyttet, når der vandes dagligt med lille vandmængde, men ikke hvis der vandes ugentligt med samme totale vandmængde. Ukrudtsklipping kunne ikke i tilstrækkelig grad holde konkurrence fra ukrudtet nede med den anvendte hyppighed af klipping og metode. Dækning med papiruld et reduceret udbytte uanset vanding, sandsynligvis på grund af konkurrence om kvælstof og utilstrækkelig effekt på ukrudtet. Der blev ikke konstateret forårsfrost i de 2 år, forsøget kørte, og derfor er effekten af dækningen i relation til skader på blomsterknopper ved forårsfrost ikke afdækket. Gnavere som mus var et stort problem i nogle behandlinger og parceller, hvor især en dækafgrøde som Tagetes og dækning med sort plast medførte museproblemer, som ødelagde træerne. Regnormene trivedes under rapshalmen i modsætning til under sort plast og i mekanisk rensning. Dækningsgrad var højest i den ubehandlede og i behandlingen med humlesneglebælg, medens det var lavest i herbicidbehandlingen. Ugentlig vanding med stor vandmængde medførte en større mængde af ukrudtsarter, end ved vanding dagligt i 2005. En værdisætningsundersøgelse viste, at forbrugerne er parate til at betale for æbler fra plantager, der ikke anvender herbicider. Undersøgelsen viste, at forbrugerne var villige til at betale en merpris på mellem 2,90 kr. og 4,14 kr. per kg æbler. Driftsøkonomiske estimater viste, at visse af de alternative metoder ikke nødvendigvis er dyrere end anvendelse af herbicider, under de givne forudsætninger baseret på driftsøkonomiske betragtninger fra landbruget.

## *Baggrund og formål*

I æbleplantager bruges herbicider til ukrudtsbekæmpelse i træerækken. Alternative metoder har hidtil ikke vundet indpas i synderlig stor udstrækning. Dækafgrøder har været forsøgt anvendt, men konkurrence overfor træerne med hensyn til vand og næring har gjort, at dækafgrøder ikke er slået an. Dækning af jordoverfladen med materialer, der lægges ud over jordoverfladen, anvendes i andre kulturer som fx salat, hvor dækningen fjernes samtidig med afgrøden. I række kulturer, der står flere år på samme sted, skal dækningen være stabil og alligevel være økonomisk rentabel. Ligeledes er mekanisk renholdelse med roterende redskaber, der kan gå tæt på kulturplanterne, under hastig udvikling, og vil sandsynligvis være en mulighed i række kulturer.

Der er således et behov for at afprøve mulige alternativer til herbicidbehandling og klarlægge de kultur-mæssige potentialer i de alternative metoder med hensyn til effekt på udbytte og kvalitet. Samtidig er det relevant at undersøge, hvilken effekt de alternative metoder vil have på flora og fauna i rækkeafgrøderne. Med hensyn til faunaen vil især diversiteten og mængden af regnorme være interessant. Regnorme nedbryder blade fra træerne og medvirker i denne sammenhæng til at reducere smittetrykket af æbleskurv, som dog ikke indgår i dette projekt.

De alternative metoder formodes at øge omkostningerne for producenterne, og en sådan merudgift kan være en økonomisk barriere for at anvende alternative metoder. Derfor undersøges forbrugernes vilje til at betale ekstra for æbler, der er dyrket uden brug af herbicider, i projektet.

Formålet med projektet var:

- At undersøge alternativer til herbicider under etablering af æbleplantage med særligt fokus på trærækken ved ugentlig og daglig vanding.
- At undersøge effekten af dækafgrøder på kulturplanternes vækst og udbytte.
- At undersøge effekten af alternativer til herbicider på flora og regnorme i trærækken.
- At vurdere de velfærdsøkonomiske aspekter ved brug af alternativer til herbicider.

### *Undersøgelsen*

Der blev etableret et forsøg med æble 'Elshof' udplantet som traditionel rækkekultur, hvor 9 alternative metoder blev sammenlignet med herbicidbehandling mht. vækst, udbytte og kvalitet. De 9 alternative behandlinger var: ubehandlet, mekanisk behandling med rotorharve i rækken eller klipning af ukrudt, dækafgrøde af: græs, tagetes eller humlesneglebælg, dækning med: sort vævet plast, papiruld eller rapshalm. Behandlingerne repræsenterer nye lovende alternative metoder indenfor mekanisk rensning, dækafgrøder og dækmaterialer.

Tabel 0.1. Oversigt over behandlinger og analyser.

Metoder	Analyser	Behandlinger
Herbicid og kontrol	Flora	1 Ukrudtsbekæmpelse vha. herbicider (v. jordmiddel og Roundup)
	Regnorme	2 Ubehandlet
Mekanisk ukrudtsrenholdelse	Flora	3 Mekanisk renholdelse med rotorharve
	Regnorme	4 Ukrudtsklipning
Dækafgrøder	Flora	5 Golfblanding
	Regnorme	6 Humlesneglebælg
Dækmaterialer	Flora	7 Tagetes
	Regnorme	8 Sort plast (type Mypex)
	Flora	9 Papiruld
	Regnorme	10 Rapshalm

For at klarlægge evt. effekter af vandingsmønster blev alle behandlinger foretaget med daglig vanding eller ugentlig vanding med samme totale vandmængde svarende til henholdsvis æbleplantage og planteskoleforhold. Flora i trærækken blev registreret som artsantal og dækningsgrad i % i 6 behandlinger se tabel 0.1, og vægt og artsantal af regnorme blev ligeledes registreret i 6 af behandlingerne se tabel 0.1. Forsøget blev udlagt med henblik på at analysere efter en 3-faktoriel model, med år, vandingsmønster og behandling som de indgående faktorer. For at få et indblik i forbrugernes betalingsvilje for æbler fra plantager, der ikke bruger herbicider, blev der gennemført en spørgeskemaundersøgelse. I undersøgelsen blev forbrugernes holdning og betalingsvilje estimeret i en værdisætningsundersøgelse.



### *Hovedkonklusioner*

Forsøgene viste, at dækning af jordoverfladen med rapshalm eller sort plastukrudtsdug kan være et alternativ til herbicider, uden at udbytte og kvalitet reduceres, under optimale betingelser som i nærværende forsøg mht. klima, men at gnavere som mus kan blive et problem. Æbleudbyttet afhang af vandingsmetoden ved mekanisk rensning, samt ved dækafgrøder som tagetes, humlesneglebælg og græs. Udbyttet var reduceret ved daglig vanding, men ikke ved ugentlig vanding med samme totale vandmængde. Ukrudtsklipning kunne ikke i tilstrækkelig grad holde konkurrence fra ukrudtet nede med den anvendte metode og hyppighed af slåning. Tilsvarende gav dækning med papiruld et reduceret udbytte uanset vanding, sandsynligvis på grund af konkurrence om kvælstof og i 2005 utilstrækkelig effekt overfor ukrudtet.

Dækning med rapshalm var optimal mht. vådvægt, antal og antal arter af regnorme, hvorimod sort plast og mekanisk rensning resulterede i de laveste værdier. Dækningsgraden og antallet af ukrudtsplantearter i parcellerne var højest i ubehandlet og lavest i herbicidbehandlede. Der var en effekt af vandingsmønster, idet daglig vanding medførte et mindre antal plantearter end ugentlig vanding.

Forbrugernes præferencer og betalingsvilje viste, at det konservative estimat for den ekstra betalingsvilje for et kg æbler dyrket uden brug af herbicider kunne beregnes til 2,90 kr. pr. husstand. Det ”næsten sikre” alternativ blev benyttet som en øvre grænse for betalingsviljen og blev beregnet til 4,14 kr. pr. husstand. Den i spørgeskemaet oplyste kilopris for æbler udgjorde 10 kr. Den samlede betalingsvilje kan således opgøres til hhv. 12,90 kr. pr. kg og 14,14 kr. pr. kg. Såfremt den aktuelle kilopris på æbler skulle afvige væsentligt fra ovennævnte, kan tilnærmes en betalingsvilje ved at benytte de procentvise ændringer af betalingsviljen, svarende til hhv. 29 % og ca. 41 %.

Driftsøkonomiske kalkuler, som blev baseret på omkostningsberegninger fra landbruget, viste, at alternative metoder til herbicider kan være konkurrencedygtige i forhold til herbicidbehandling under forudsætning af, at omkostningsberegningerne fra landbruget kan overføres til æbleplantager.

### *Projektresultater*

Resultaterne viste, at dækning af jordoverfladen med rapshalm eller sort plastukrudtsdug gav lige så stort udbytte af optimal kvalitet som herbicider. Således var udbyttet af æbler i kvalitetsklasse I størst ved dækning med rapshalm og sort plast i forhold til herbicidbehandling, når der blev vandet dagligt. Ved vanding ugentligt var der ikke statistisk sikker forskel mellem de 3 behandlinger. Dækafgrøder som tagetes, humlesneglebælg eller golfgræs reducerede udbyttet og kvaliteten ved daglig vanding, men ikke ved ugentlig vanding med samme totale vandmængde. Dækning med papiruld og ubehandlet reducerede udbyttet signifikant uanset vandingsmønster. Ligeledes var ukrudtsklipning, som den blev udført med ret lange intervaller og relativ lang stub, ikke tilstrækkeligt til at holde konkurrencen fra græsset nede i forhold til træerne, og udbyttet blev reduceret især ved daglig vanding. Forsøget foregik under optimale betingelser mht. klima i blomstringsperioden, hvor der i begge år ikke forekom frost. Frostskafer kan være et problem i nogle år i maj måned i blomstringstiden, hvor varmeledningen fra jorden vil forringes pga. dækningen.

Behandling med rapshalm resulterede både i 2004 og 2005 i signifikant større vådvægt af regnorme end standardherbicid (Fig. 0.1). Plastafdækning

(MyPex) og mekanisk rensning gav signifikant lavere vådvægt af regnorme end standardherbicid. I de øvrige behandlinger var der ikke signifikante forskelle til standardherbicid. Resultaterne mht. antal regnorme og antal regnormearter viste samme tendens mht. signifikans som vådvægt af regnorme.

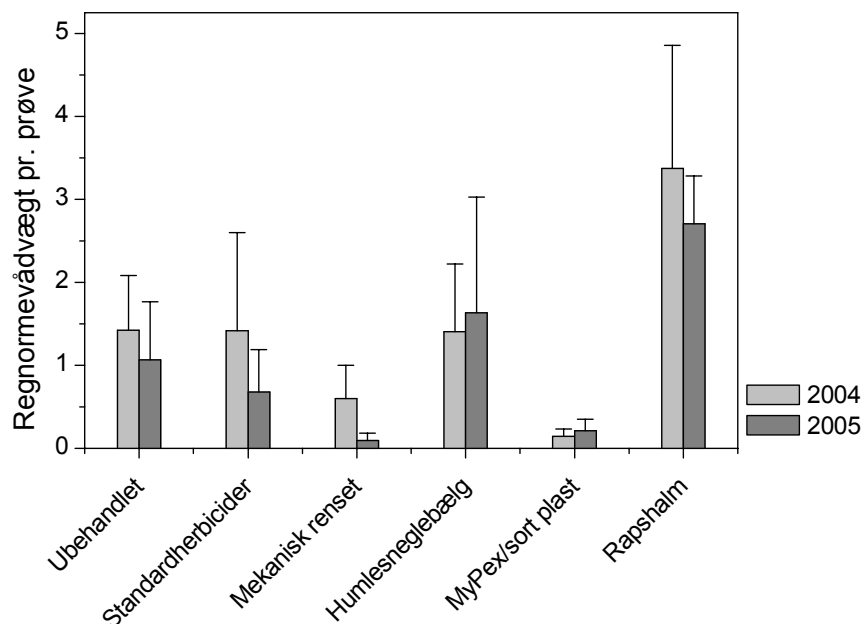


Fig. 0.1. Gennemsnitlig regnormevådvægt og standardafvigelse ved de 6 behandlinger i 2004 og 2005. Data for de to vandingsmønstre er slået sammen, da der ikke var signifikante forskelle.

Både i 2004 og 2005 var antallet af ukrudtsplantearter højest i den ubehandlede kontrol. Men hvor det gennemsnitlige antal per prøve i 2004 var 9,5 var det i 2005 4,5 ved daglig vanding og 7,0 ved ugentlig vanding. Det gennemsnitlige artsantal/prøve og den gennemsnitlige dækning i de øvrige behandlinger fremgår af Tabel 0.2 og Tabel 0.3.

Tabel 0.2. Gennemsnitlige antal plantearter i prøvefelter á 0,25 m<sup>2</sup> i rækker under æbletræer i 2004 og 2005 ved 6 forskellige behandlinger kombineret med daglig og ugentlig vanding med samme totale vandmængde.

	Vanding	Ube-handlet	Herbicid	Mekanisk	Humle-sneglebælg	Papir-uld	Raps-halm
2004	Daglig/ugentlig	9,5	0,17	0,4	6,6	1,1	0,25
2005	Daglig	4,5	0,8	1,1	4,3	4,1	2,5
2005	Ugentlig	7,0	0,0	0,5	2,5	4,3	1,1

Tabel 0.3. Gennemsnitlige dækningsgrader % af vegetation i rækker under æbletræer i 2004 og 2005 ved 6 forskellige behandlinger kombineret med daglig og ugentlig vanding med samme totale vandmængde.

	Vanding	Ube-handlet	Herbicid	Mekanisk	Humle-sneglebælg	Papir-uld	Raps-halm
2004	Daglig/ugentlig	97	1,8	4,4	99	12	2,5
2005	Daglig	100	6,3	6,9	99	83	38
2005	Ugentlig	100	0	3,8	88	82	22

Både i 2004 og 2005 var det behandling, der var årsag til de væsentligste effekter. 2005 viste ikke overraskende, at vegetationen udvikler sig over tid i de felter, som ikke løbende nulstilles ved enten herbicidbehandling eller mekanisk rensning. Derudover viste 2005 en effekt af de to forskellige vandingsmønstre dvs. daglig og ugentlig vanding med samme totale vandmængde. Forskellene mellem vandingsmønstre og år er dog ikke af en størrelsesorden, som påvirker konklusionen, om at behandlingen med humlesneglebælg er den, der ud over kontrollen, giver de højeste værdier for artsantal og dækning. I den sammenhæng skal man også tage med, at floraudviklingen i papiruld fra 2004 til 2005 vil blive nulstillet ved en fornyelse af behandlingen. Samtidig antyder æbleudbyttet ved dækning med papiruld uanset vandingsmønster, at denne behandling ikke har givet den ønskede bekæmpelse af arter, der konkurrerer med æbletræerne. Ud fra resultaterne fra æblehøsten må det samme siges om behandlingen, hvor der udsås humlesneglebælg under træerne dyrket med daglig vanding, medens der med humlesneglebælg ved ugentlig vanding var et tilfredsstillende udbytte, samtidig med, at der var en miljøgevinst.

Værdisætningsundersøgelsen viste, at det konservative estimat for den ekstra betalingsvilje for et kg æbler dyrket uden brug af herbicider kunne beregnes til 2,90 kr. pr. husstand. Det ”næsten sikre” alternativ blev benyttet som en øvre grænse for betalingsviljen og er beregnet 4,14 kr. pr. husstand. Analysen er foretaget på det fulde sample af 1.442 respondenter, idet det er vurderet, at eventuelle protestbud og fejlagtige opfattelser af godet ikke har haft nogen nævneværdig påvirkning af estimatet. Ved regression er det tillige blevet analyseret, hvorledes forskellige holdnings-, adfærds- og socioøkonomiske variable påvirkede betalingsviljen.

Den i spørgeskemaet oplyste kilopris for æbler udgør 10 kr. Den samlede betalingsvilje kan således opgøres til hhv. 12,90 kr. pr. kg og 14,14 kr. pr. kg. Såfremt den aktuelle kilopris på æbler skulle afvige væsentligt fra ovennævnte, kan tilnærmes en betalingsvilje ved at benytte de procentvise ændringer af betalingsviljen, svarende til hhv. 29 % og ca. 41 %.

Selv uden en merpris for æblerne ser mekanisk ukrudtbekæmpelse og afdækning ud til at være konkurrencedygtigt med konventionel ukrudtsbekæmpelse. Ukrudtsklipning er uanset merprisen ikke konkurrencedygtig med den konventionelle ukrudtsbekæmpelse, medens dækafgrøderne kun er konkurrencedygtige ved 30 procent merpris. Dette skyldes især de reducerede udbytter ved disse alternativer.



# Summary

## *Alternatives to herbicides*

Alternative methods as covering the soil with rape straw or black polypropylene may be used without negative effects on quality and yield under the optimal conditions as in the present trial. Mechanical harrowing, cover crops as *Tagetes*, *Medicago* (hop medick) or grass reduced yield when irrigation was performed daily, but no negative effects were found when irrigating weekly with the same total amount of water. Cutting the weed could not reduce the competition from the weed at the frequency and method used in the trial, and yield was reduced. Yield was reduced when covering with paper wool, independently of irrigation schedule. Probably competition for nitrogen could be the reason and furthermore the material decayed, thus becoming less efficient the second year.

The air temperature was never below 0° C during the flowering period, and hence, no frost damage on the flowers was observed. Rodent (e.g. mice) damage on trees was a major problem in some treatments, especially with *Tagetes* and polypropylene mulching.

Earthworms thrived under the rape straw contrary to under black polypropylene and in treatment with harrowing. Coverage and numbers of plant species were highest in untreated control and lowest in herbicide treated plots.

Consumer willingness to pay extra for the apples grown without herbicide was tested in a valuation of non-marketed goods by using a questionnaire. The investigation showed, that the consumers were prepared to pay an additional charge between 2,90 Dkr. and 4,14 Dkr. per kilo of apple, where no herbicides have been used. Estimates showed that some of the alternative methods were cost efficient compared to the use of herbicide, based on calculations from agriculture and under the conditions that the calculations were on a right base.

## *Background and purpose*

Herbicides are used to control weed in the tree row in apple orchards. Some alternatives to herbicides have been developed, but their effects on the fruit yield, quality and tree growth have not been studied so far and have not been used by the growers. Cover crops have been studied, but the competition for water and nutrients among some of the cover crops and the fruit trees has been too big. Mulching is used in other crops as lettuce, but the covering of the soil surface should be stable and economically sound to be useful in an orchard. Mechanical weeding in the tree row will be interesting, when the effect on weed close to the trees is large enough. Hence, there is a need to investigate alternative methods to herbicide and identify the potential of the different methods in relation to yield and fruit quality.

Furthermore it will be relevant to determine the effect on flora and earthworms from the different alternative methods. Earthworms consume leaves from the trees and hereby reduce the infection level of apple scab, which is not a part of the present project.

The alternative methods are believed to increase the expenses for the growers which can be a barrier. Therefore the consumer willingness to pay extra for apples grown without herbicide was tested in a questionnaire.

Hence, the aim of the present project was to test possible alternatives to herbicides and their potentials in relation to effect on yield, quality and on natural flora and earthworms. Furthermore the aim was to evaluate the consumer willingness to pay extra for apples grown without herbicide in connection with an estimate of the expenses using alternative methods.

*The investigation*

A trial with the cultivar ‘Elshof’ was established as a traditional orchard comparing herbicide treatment with 9 alternative methods, including untreated control, mechanical weeding with rotor harrow in the row, weed cutting by a lawn mower, cover crops as: grass, *Tagetes erecta* or hop medick (*Medicago lupulina*), or cover material as: black polypropylene (MyPex), paper wool or rape straw. To identify the effect of irrigation schedule a daily or weekly irrigation was applied in all treatments. The effects of the 9 methods on fruit yield and quality, flora and earthworms were determined in comparison to herbicide treatment in a two-year study. A questionnaire was used to estimate the willingness of the consumers to pay extra for apples grown without herbicide.

Table 0.4. Treatments and analysis.

Methods	Analysis		Treatments
Herbicide and control	Flora	1	Herbicides
	Earthworms		
	Flora	2	Untreated control
	Earthworms		
Mechanical	Flora	3	Mechanical harrowing
	Earthworms		
Cover crops		4	Weed cutting by lawn mover
		5	Grass mixture
	Flora	6	Hop medick ( <i>Medicago lupulina</i> )
	Earthworms		
Mulching		7	<i>Tagetes erecta</i>
	Earthworms	8	Black polypropylene (Mypex)
	Flora	9	Paper wool
	Flora	10	Rape straw
	Earthworms		

### *The main conclusions*

The results show that alternative methods as covering the soil with rape straw or black polypropylene may be used without negative effects on quality and yield under the optimal conditions as in the present trial. Mechanical harrowing, cover crops as *Tagetes*, *Medicago* or grass reduced yield when irrigation was performed daily, but no negative effects were found when irrigating weekly with the same total amount of water. The lawn mowing could not reduce the competition from the weed at the frequency and method used in the trial, and yield was reduced. Yield was reduced when covering with paper wool, independently of irrigation schedule. Probably competition for nitrogen could be the reason and furthermore the material decayed, thus becoming less efficient the second year.

The air temperature was never below 0°C during the flowering period, and hence, no frost damage on the flowers was observed. Rodent (e.g. mice) damage on trees was a major problem in some treatments, especially with *Tagetes* and polypropylene cover. Earthworms thrived under the rape straw contrary to under black polypropylene and in treatment with harrowing. Coverage was highest in untreated control and in the *Medicago* treatment and lowest in herbicide treated plots. In the second year of the trial more plant species were found in plot irrigated weekly than in plot receiving daily irrigation.

Consumer willingness to pay extra for the apples grown without herbicide was tested in a valuation of non-marketed goods by using a questionnaire. The investigation showed, that the consumers were prepared to pay an additional charge between 2,90 Dkr. and 4,14 Dkr. per kilo of apple, where no herbicides have been used. Estimates showed that some of the alternative methods would not cost more than the use of herbicide, based on calculations from agriculture and if the conditions in the calculations were right.

### *Project results*

The results showed that yield and quality of the fruit in treatments with mulching with rape straw or black polypropylene were equal to that in herbicide. The yield in quality I was largest in the two treatments with daily irrigation in comparison to herbicide treatment. At weekly irrigation the yield differences were not significantly different between the treatments. Cover crops as grass, *Tagetes erecta* or hop medick (*Medicago lupulina*), reduced yield and quality at daily irrigation, but not at weekly. Paper wool and control reduced yield significantly independently of irrigation schedule. Cutting the weed was not enough to reduce the competition from the weed and the yield was reduced especially at daily irrigation. No frost occurred during the period of flowering, and therefore the effect of covering the soil on frost risk could not be determined in the project.

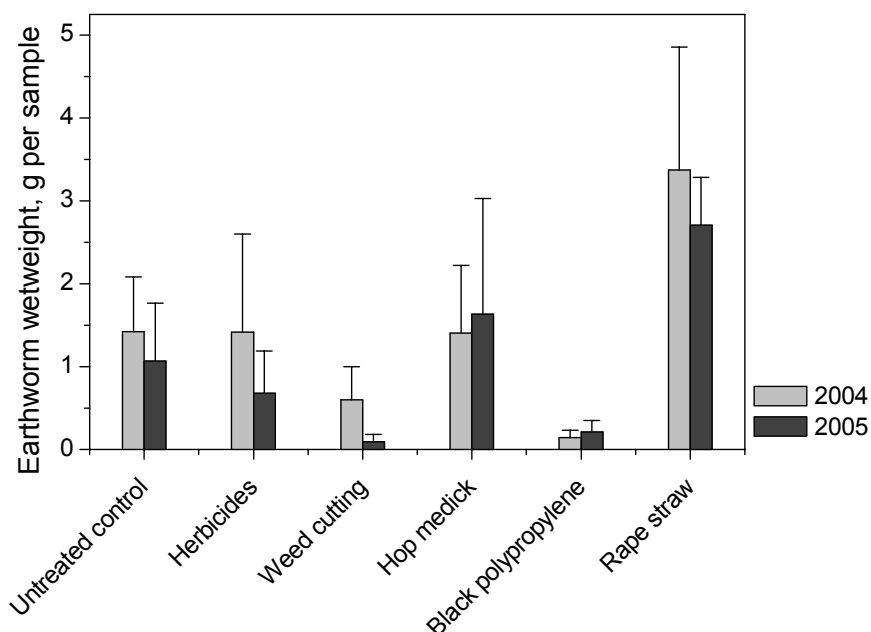


Fig. 0.2. Fresh weight of earthworm (average and standard deviation) in 6 treatments in 2004 and 2005. Data from the two different irrigation schedules are combined, as there was no significant difference between the schedules.

The mulching with rape straw gave in both years a significant larger weight of earthworms compared with herbicide (Fig. 0.2). Black polypropylene and mechanical harrowing gave a significant lower weight compared to herbicide. The results and differences between treatments concerning number and species of earthworms were similar as that of weight.

Number of weed species was largest in untreated control in both years. A reduction in number was observed from 2004 to 2005 (Table 0.5).

The treatments had a major effect of the number of weed species. In year 2005 a larger number of species was found where the treatments had not been re-established as in paper wool and rape straw. An effect of irrigation schedule was found in 2005, where daily irrigation increased number of species.

However, still the largest number of species was found in hop medick and control treatment. The number of species was also large in the treatment with paper wool, but paper wool would probably have to be renewed and thereby minimizing the number of species. Furthermore the paper wool treatment did not reduce the number of species competing with the trees according to the reduction in yield in the treatment. An effect of irrigation schedule was seen in hop medick treatment, where weekly, but not daily irrigation gave a high yield and at the same time a large amount of plant species.

Table 0.5. Number of plant species in average in samples of 0,25 m<sup>2</sup> in the row under apple trees in 2004 og 2005 in relation to 6 treatment combined with daily or weekly irrigation with same amount of water.

	Irrigation	Control	Herbicide	Mechanical	Hop medick	Paper wool	Rape straw
2004	Daily/weekly	9,5	0,17	0,4	6,6	1,1	0,25
2005	Daily	4,5	0,8	1,1	4,3	4,1	2,5
2005	Weekly	7,0	0,0	0,5	2,5	4,3	1,1



Table 0.6. Covering percentage (%) of vegetation in the row under apple trees in 2004 og 2005 in relation to 6 treatment combined with daily or weekly irrigation with same amount of water.

	Irrigation	Control	Herbicide	Mechanical	Hop medick	Paper wool	Rape straw
2004	Daily/weekly	97	1,8	4,4	99	12	2,5
2005	Daily	100	6,3	6,9	99	83	38
2005	Weekly	100	0	3,8	88	82	22

Consumer willingness to pay extra for the apples grown without herbicide showed, that the consumers were prepared to pay an additional charge between 2,90 Dkr. and 4,14 Dkr. per kilo of apple, where no herbicides have been used. The analysis was done at a sample of 1442 people. The effect of attitude, behaviour and socioeconomic variables on willingness to pay was analysed by regression. Estimates showed that some of the alternative methods would not be more expensive than the use of herbicide, if the conditions used were right. Even without an extra payment the mechanical harrowing and mulching could be competitive to herbicide. Cutting the weed by lawn mower was not competitive because of a large negative effect on yield, whereas cover crops can be competitive at an increased price.



# 1 Formål

Formålet med projektet var

- At undersøge alternativer til herbicider ved etablering af æbleplantage med særligt fokus på renholdelse i rækken ved henholdsvis daglig og ugentlig vanding med samme totale vandmængde.
- At undersøge effekten af dækafgrøder på kulturplanternes vækst og udbytte.
- At undersøge effekten af alternativer til herbicider på flora og regnorme i trærækken.
- At vurdere de velfærdsøkonomiske aspekter ved brug af alternativer til herbicider.



## 2 Baggrund

Ifølge Kirsten Jensen-udvalgets arbejdsrapport (Lindhard et al. 2003) er behandlingshyppigheden i frugtavl op mod 20, hvor især kernefrugt, som tæller æbler og pærer, ligger relativt højt. En del af forklaringen er ifølge arbejdsrapporten, at der er tale om højværdiafgrøder, hvor ydre kvalitet af æblet eller pæren er afgørende for forbrugernes lyst til at købe frugterne. Det er især fungicider, som bidrager til det relativt høje behandlingshyppighed. På herbicidområdet har der været fokus på udfasning af jordmidler, som har lang persistens i jord og som derfor udgør en potentiel fare for grundvandet. Behandlingsindexet for herbicider til surkirsebær og kernefrugt ligger på 2,4-3 for konventionelle frugtavlere, som et gennemsnit over en periode, 1998-2000, og behandlingshyppigheden for herbicider varierer mellem 0,7-1,4 i planteskoleproduktionen (Lindhard et al. 2003, Andersen et al. 2003). Selvom herbicider således udgør en mindre del af pesticidforbruget i frugtavl, så vurderedes det i Kirsten Jensen-udvalgets arbejdsrapport (Lindhard et al. 2003), at alternativer til herbicider ville være relevante.

Herbicidbehandling i frugtplantager sker i træærken med jordmidler, samt med svidnings- eller kontakmidler. Der er et stort behov for at finde mulige alternativer til herbicidbehandling, som er økonomisk neutrale eller har andre fordele i frugtproduktionen. I planteskolerne har ukrudtet typisk været bekæmpet med jordmidler udenfor vækstsæsonen, og efterfølgende med svidnings- eller kontakmidler. I rækkel mellemrummene bruges enten mekanisk rensning eller græsbaner, hvis afstanden til kulturplanterne er tilstrækkeligt stor. Effekten af dækmaterialer har ikke været undersøgt i planteskoler, men dækafgrøder har været undersøgt til mindre planter. Tyske forsøg med økologisk dyrkning har vist, at græs som dækafgrøde nedsætter plantekvaliteten på grund af for stærk konkurrence fra græsset til trods for vanding, og tilsvarende for andre flerårige afgrøder (Bohne et al. 2005). Der er derfor brug for andre dækafgrøder eller dækmaterialer, som ikke konkurrerer med kulturplanterne. Samtidig kan der være brug for en mekanisk ukrudtsbekæmpelse, som ikke skader træerne, og som er økonomisk rentabel at anvende. Alternativer til herbicider ved etablering af æbleplantage kan være mekanisk renholdelse, jorrdækning eller etablering af dækafgrøde til at reducere behandlingshyppigheden med herbicider.

Mekanisk ukrudtsbekæmpelse er arbejdskrævende, idet gentagne behandlinger er nødvendige i planternes vækstsæson (Ørum & Christensen, 2003). I maskinindustrien arbejdes meget med udvikling af udstyr til mekanisk renholdelse, hvor renholdelse i rækken stiller krav til bevægelighed, så der ikke opstår skader på træerne, samtidig med, at renholdelsen skal være hurtig og ikke ødelægge rødder. I nærværende forsøg blev anvendt en klipper udviklet til brug i juletræer for at undersøge effekten på ukrudt og frugttræernes vækst og udbytte. Den benyttede klipper er beregnet til at køre mellem rækker og afklippe ukrudt tæt omkring stammer med en klipperotor (Have et al. 2005). Styringen af maskinen er baseret på et digitalt kort over kulturens afgrænsninger og træernes positioner. Kulturens afgrænsninger anvendes til at sikre, at maskinen ikke kommer udenfor det definerede areal. Ruteplanen omfatter operationerne parallelt med rækkerne med tilhørende vendinger. Under drift får kontrolsystemet løbende maskinens position fra et meget

nøjagtigt RTKGPS (Real Time Kinematic Global Positioning System) modtager. På grundlag af disse positioner bliver maskinens orientering og afvigelse fra ruteplanen beregnet, og kørslen bliver korrigeret med en usikkerhed på få cm i forhold til ruteplanen. Rotorklipperen, der af en fjeder holdes ude i en forud indstillet position i rækken, kan styres enten passivt eller aktivt. Den passive styring er baseret på, at yderkanten af rotorens skærm føres frem mod træerne og ved kontakt glider udenom tilbage i den indstillede position. For at nedsætte risikoen for beskadigelser er rotorens skærm beklædt med et blødt materiale. Den aktive styring er baseret på information om træernes og maskinens positioner. Kontrolenheden sammenligner løbende afstanden til det næste træ. Når denne afstand kommer under en indstillet værdi, trækkes rotoren væk indtil træet er passeret. Denne metode giver berøringsfri styring af klipningen og derfor mulighed for at kontrollere ukrudt i følsomme kulturer. Metoden er dog mindre nøjagtig end den passive metode. Derudover blev en nyudviklet rotorharve med mekanisk føler, udviklet af et firma i Østrig (Lipco), indkøbt til nærværende projekt. Lipcoen er en traktortrukket rotorharve, som via en føler bevæges udenom træerne. Den mekaniske renholdelse skete efter en vurdering af ukrudtsfremspiring af den erfarne gartner, som normalt passer den mekaniske ukrudtsbehandling. Der blev mekanisk renholdt 5-6 gange i sæsonen.

Ulemperne ved dækning af jorden er en øget risiko for skader efter mus. Musegnav kan totalt ødelægge barken i jordoverfladen, og derved dør træerne. Forsøg i æbler har vist, at dækning med halm eller plastik bør foretrækkes frem for flis (Lindhard Pedersen, 1999). Halmdække kan imidlertid give problemer med angreb af meldug (Kolbe, 1987). Derudover skal man være opmærksom på, at jordtemperaturen mindskes ved dækning, og væksten i temperaturfølsomme arter kan reduceres (Larsson et al. 1997). Dækning af jorden giver en øget risiko for skader på knopper og blomster ved udstrålingsfrost om foråret (Lindhard Pedersen, 1999). Dækning med plast blev valgt, fordi der i selv korte kulturer anvendes plast som ukrudtsdug (medicinplanter, salat). I en længerevarende kultur som æbler blev det vurderet, at en relativ dyr etablering med plast ville være en mulighed. Dækning med et organisk materiale har været anvendt i økologisk dyrkning, hvor man vil undgå plastudlægning af æstetiske årsager. Dækmaterialer må ikke spredes til omgivelserne, og derfor blev rapshalm anvendt, som har en ru overflade, der gør, at halmen bliver liggende i modsætning til halm af korn. Papiruld er et rest-produkt på markedet, og papir har været anvendt i andre forsøg med gode resultater (Loman, 1999).

Dækafgrøder er en kontrolleret og ønsket plantevækst. Plantevækst helt ind til træerne kan dog medføre en kraftig konkurrence med kulturplanterne (Andersen, 2003). Derfor skal man specielt på lette jorde være opmærksom på, at en dækafgrøde kan konkurrere med kulturplanterne om vand og kvælstof i perioden, hvor træerne behøver den mest. Som dækafgrøde ønskes derfor en plantearart, som har et lille vand- og næringsstofforbrug, etableres hurtigt og danner en tæt blivende bestand, er hårdfør overfor frost, tåler skygge samt færdsel (Bertelsen & Vittrup Christensen, 1993). Til dette forsøg blev humlesneglebælg udvalgt efter samråd med en økologisk konsulent, Maren Korsgaard. Humlesneglebælg konkurrerer ikke om kvælstof med træerne, men måske om vand. Samtidig ville humlesneglebælg give mulighed for flere bier til bestøvning, når der var blomst i humlesneglebælgen. Tagetes blev valgt, fordi tagetes i dag anvendes som dækafgrøde i planteskoler i Tyskland og enkelte steder i Danmark, men der savnes dokumentation for

konkurrence om vand og næring med kulturplanterne. En dækafgrøde af golfblandinggræs har tidligere givet lovende resultater i økologiske forsøg med æbler (Lindhard et al. 2003).

Der er kun få undersøgelser der har beskæftiget sig med miljøfordelen ved at undgå herbicidanvendelse i æbleplantager. I projektet undersøges miljøfordele og miljøulemper ved alternativer. Så vidt vides er denne problemstilling ikke undersøgt i Danmark eller Europa, da det ikke er lykkedes at finde litteraturreferencer på området. Vegetationen er inkluderet i denne undersøgelse, fordi blomstrende planter er et væsentligt element i vores naturopfattelse og medbestemmende for hvilken fauna, der kan være til stede. Endvidere har urtevegetationen i mange udenlandske undersøgelser vist sig at være en stor del af årsagen til variation i naturindholdet i øvrigt mellem æbleplantager. I dette projekt beskrives den naturlige vegetation derfor som ”urtevegetation” og ikke ukrudt.

Faunaen analyseres mht. regnorme, idet regnorme dels repræsenterer biodiversitet og dels nedbryder blade og dermed æbleskurv på bladene. Regnorme påvirkes normalt ikke direkte af herbicider, men forventes at være afhængige af mængden af urter. Regnorme kan også være følsomme overfor mekanisk påvirkning af jorden pga. udtørring og kompaktion. Der kan altså være både fordele og ulemper for regnormene ved at erstatte herbicider med mekanisk bekæmpelse.





# 3 Materialer og metoder

## 3.1 Forsøgsdesign

Der blev udplantet 2-årige æbletræer af sorten 'Elshof', på grundstamme M9, sammen med bestøversorterne 'Golden Hornet' og 'Everest' i en mark, der tidligere har været beplantet med surkirsebær. Træerne blev plantet i februar og marts 2004 på 1 meters afstand mellem træerne i rækken og 3,5 meter mellem rækkerne. Planterne blev plantet med 115 træer per række og i alt 15 rækker. På grund af pladsproblemer i forhold til læhegn blev der kun anlagt værnerække mod vest, medens der blev lagt behandlinger ind i den yderste række mod øst, hvor et lavt læhegn af eg funderede som værnerække. I hver række blev der plantet 10 bestøvertræer fordelt igennem rækken og som værnetræ i hver række.

I alt blev der udlagt 9 behandlinger og en standardherbicid som kontrol, se tabel 3.1-1, i 4 parceller under 2 betingelser, som delte hele arealet op af hensyn til vandingssystemets opsætning. Hver parcel bestod af 1 meter bred og 18 meter lang række med æbletræer af sorten 'Elshof'.

Behandlingen med herbicid svarede til den kemiske behandling, som anvendes i praksis. Behandlingen bestod dels i en bekæmpelse med Kerb i det tidlige forår og dels af Roundup gennem sæsonen, med i alt 6 sprøjtninger. Der blev anvendt rygspøjte med lanse i parcellerne. For at få et mål for mængden og arten af ukrudt i jorden blev der anlagt en ubehandlet, som bestod af det ukrudt, som spirede spontant frem i parcellerne. Der blev ikke foretaget nogen regulering af dette ukrudt gennem forsøgsperioden.

Dækafgrøderne blev etableret ved at så frøene ud, efter at jorden var blevet mekanisk rensset. Sort plast (MyPex) på 1 meters bredde blev udlagt i rækken, hvor der blev skåret hul til træerne. Plasten blev holdt fast til jorden med jernstænger stukket i jorden langs kanterne.

Dækning med rapshalm blev udført manuelt med udlægning af et ca. 7.-10 cm lag. Papiruld er som navnet antyder papir, der er skåret op i små stykker som uld.

Betingelse I bestod af daglig vanding og betingelse II bestod af ugentlig vanding. Der blev vandet med samme totale vandmængde i begge betingelser.

Tabel 3.1-1. Oversigt over behandlinger og metoder.

Herbicid og kontrol	1	Ukrudtsbekæmpelse vha. herbicider (v. Kerb og Roundup)
	2	Ubehandlet
Mekanisk ukrudtsrenholdelse	3	Mekanisk renholdelse med rotorharve (Lipco)
	4	Ukrudtsklipping (se nedenfor)
Dækafgrøder	5	Golfblanding udsået i april
	6	Humlesneglebælg udsået i april
	7	Tagetes udsået i april
Dækmaterialer	8	Sort vævet plast (MyPex) udlagt i april
	9	Papiruld udlagt i april med håndkraft
	10	Rapshalm udlagt i april med håndkraft i presset tilstand

Træerne blev bundet til stok og til tråd svarende til standard. Drypvanding blev etableret og igangsat i slutningen af april. Afstanden mellem hvert dryp er 50 cm, og dryppet blev forsøgt placeret midt mellem træerne i rækken, så der var dryp udfor hvert træ og midt mellem træerne. Dryppet var placeret 50 cm over jordoverfladen af hensyn til håndtering i rækken. Vandingsmønstrene var 1,5 liter/dag, henholdsvis 10,5 liter/uge. Med vandingsvandet blev der tilført gødning svarende til 25 kg kvælstof/ha i alt i løbet af sæsonen. Vandingen blev påbegyndt i starten af maj og afsluttet i begyndelsen af september.

Opbygningen af forsøgsdesignet med 2 vandingsbetingelser, hvor de 9 behandlinger og standardherbicid var placeret randomiseret med 4 gentagelser under hver betingelse, blev analyseret statistisk som et 2-faktorielt forsøg med vandingsbetingelse og behandling som faktorer mht. plantevækst og udbytte, og som 3-faktorielt forsøg mht. flora og fauna, hvor forsøgsår indgik som faktor. Data er vurderet på baggrund af et signifikansniveau på 5 %.

## 3.2 Æbledata

### 3.2.1 Vækst i 2004

Træernes stammediameter blev registreret 10 cm over jordoverfladen (lige over podningsstedet) kort efter plantning. Stammediameteren var i gns. 15,7 mm ved udplantning.

Der var en meget stor blomstermængde i alle behandlinger i maj måned 2004, og det var nødvendigt at udtynde blomsterne efterfølgende for ikke at ødelægge træerne. Ved udtyndingen fjernes de små frugter, så der som hovedregel er ca. 10 cm mellem hver frugt. Det medvirkede, at frugtsætningen ikke alene var udtryk for en effekt af behandlingerne, men også af udtynding og forudgående behandling i planteskolen.

Antallet af æbler per parcel blev registreret ligesom diameter målt på tværs på æblets tykkeste sted. Da frugtsætningen som sagt blev reguleret i første vækstår, kan frugtstørrelse og mængde i 2004 ikke alene tages som udtryk for en effekt af behandlingerne. Data er derfor ikke medtaget i selve rapporten, men kan ses i Bilag 3.

Efterfølgende blev der registreret skudtilvækst efter vækstafslutning på alle grene i 2 træer i hver parcel, dvs. 4 parceller per behandling. Det blev vurderet at give et mere retvisende udtryk for tilvæksten at registrere tilvækst på alle grene på træet og ikke på et begrænset antal grene.

I løbet af foråret blev der konstateret omfattende musegnav ved basis af stammerne på en del af træerne i parcellerne med tagetes og sort vævet plast.

### 3.2.2 Frugtsætning og udbytte i 2005

I 2005 blev antallet af frugter, der blev fjernet som et led i en udtynding i slutningen af juni, registreret. Udtyndingen foregik med håndkraft, hvor frugter blev fjernet, så der ca. var 10 cm mellem hver frugt i alle behandlinger. De høstmodne æbler blev plukket i uge 40 i starten af oktober måned. Efter plukningen blev æblerne lagt på køl, og efterfølgende sorteret. Frugterne fra hvert træ blev puljet parcelvis (dvs. 18 træer) indenfor hver behandling. Sorteringen skete efter de standarder, der er for sorten 'Elshof' på en farve- og størrelsessorteringsmaskine (MAF Industries, Frankrig). Antal frugter, størrelse (mm i diameter <55, 55-70, 70-80, >80), farvekategori (farve på %

af frugten: <10 %, 10-50 %, >50 %) og vægt blev registreret. Et repræsentativt udsnit på 25 frugter i størrelse 70-80 mm blev udtaget til kontrol for skrub. Skrub (rust) er en fysiogen sygdom på overfladen af frugten, som medfører, at frugten skal sælges i en lavere handelskategori, hvis andelen af skrub er over en vis størrelse.

Andelen af skrub blev registreret som <20 %, 20-50 %, >50 %, og placering af skrub ved stilk, ved blomst eller på siden af frugten. Værdierne blev efterfølgende statistisk analyseret efter Arcsin-transformation. I 'Elshof' er salgskriteriet for klasse I: frugter af størrelse 70-80 mm med mere end 50 % farve og mindre end 20 % skrub på frugten udenfor stilk- eller blomsterhulen (EU handelsnormer for æbler og pærer).

### 3.2.3 Bladanalyser

Der blev udtaget bladprøver i alle behandlinger under betingelse I til at belyse evt. konkurrenceeffekt fra dækafgrøder og ukrudt på næringsstofftilstanden hos kulturplanterne. Bladprøverne blev udtaget i september måned ved at pulje blade fra samme behandling. Af hensyn til omkostningerne blev der ikke udtaget bladprøver fra de enkelte parceller. Bladprøvernes næringsindhold blev analyseret hos DEG laboratorium efter standard metoder.

Der blev foretaget en kvalitativ vurdering af sygdomme og skadedyr gennem en visuel kontrol løbende i forsøget.

### 3.2.4 Klimaregistreringer

Jordtemperatur blev registreret i udvalgte behandlinger ved at placere TinyTags temperaturfølere i 10 cm's dybde. Nedbørsdata fra DMI Årslev er anvendt.

## 3.3 Miljødata

Miljøoplysninger inkluderer data vedrørende vegetationens artsantal og dækning og data vedrørende vådvægt og diversitet af regnorme.

Miljødata blev indsamlet for at belyse, hvordan forskellige alternativer til herbicidbehandling under frugtræer eksemplificeret ved æbler påvirker jordbundens regnorme og den naturligt forekommende vegetation under frugtræerne, og for at relatere den vegetation, der forekommer ved de forskellige behandlinger, til den vegetation, der forekommer uden behandling. Set fra et dyrkningsmæssigt synspunkt vil undersøgelserne også kunne bruges til at analysere, hvor stor effekt de forskellige alternativer har, enten set i forhold til standard herbicidbehandling, eller i forhold til ingen ukrudtsbekæmpelse.

#### *Hypoteser:*

- Vandingsmønstret influerer på behandlingens effekt på vegetation og regnorme
- De to vandingsmønstre fører til forskelle i vegetation og regnorme under æbletræerne
- De 6 forskellige behandlinger medfører en forskel i vegetation og regnormes forekomst under æbletræerne

### 3.3.1 Indsamling af vegetationsdata

De indsamlede oplysninger om vegetationen omfatter udelukkende karplanter, det vil sige, at mosser og alger ikke er inkluderet.

Vegetationsdata blev indsamlet i juni 2004 og juni 2005 i 6 forskellige behandlinger, som var fælles for de to vandingsmønstre (daglig og ugentlig vanding med samme totale vandmængde). Oplysningerne blev indsamlet ved hjælp af point-intercept metoden, hvilket vil sige, at der blev stukket en nål ned i vegetationen, og det noteredes, hvilke arter nålen ramte. Til dette formål benyttedes en ramme på en  $\frac{1}{2}$  m x  $\frac{1}{2}$  m, hvori der var udspændt fire tråde på hver led, således at de dannede 16 kryds. Der var 15 cm mellem trådene. Nålen blev stukket lodret ned i vegetationen ved hvert kryds.

Den prøveenhed, der danner baggrund for de statistiske analyser, er gennemsnittet af 6 rammer med hver 16 lodrette stik. Denne prøve giver dels oplysning om antallet af arter, dels om vegetationens dækningsgrad. Dækningsgraden er lig med 0, hvis der ikke rammes nogen planter og lig med 100 %, hvis der rammes vegetation i alle stik. Vegetationsprøverne blev indsamlet ved både daglig og ugentlig vanding med samme totale vandmængde. Ved hver vandingstype blev der taget prøver i de samme seks behandlinger, det vil sige:

1. ubehandlet kontrol
2. standardherbicid behandling
3. mekanisk rensning
4. dækafgrøde i form af humlesneglebælg
5. jorrdækning med papiruld
6. jorrdækning med rapshalm

I hver behandling blev der taget 2 x 4 prøver, idet der er *to* typer vanding, *fåre* gentagelser af hver behandling. Der blev således i hvert af årene 2004 og 2005 taget i alt 2 x 4 x 6 = 48 planteprøver hver bestående af 6 gange 16 point intercepts.

### 3.3.2 Indsamling af regnormedata

Der er indsamlet regnormep prøver i maj 2004 og september 2004 og 2005. I maj blev der kun indsamlet 12 prøver, da behandlingerne på dette tidspunkt stadig var under etablering. I september blev der begge år taget prøver i 6 behandlinger ved begge vandingsmønstre, nemlig ubehandlet, standard herbicider, dækning med rapshalm, Mypex/sort plastic, humlesneglebælg og mekanisk rensning. I hvert forsøgsfelt (gentagelse) af disse behandlinger blev der taget 4 prøver. Prøverne blev taget imellem æbletræerne, jævnt fordelt i rækken. Hver prøve var 25 cm bred, 25 cm lang og 30 cm dyb. Prøven blev gravet op med spade og lagt på et stykke plastic, hvorefter de tilstedeværende regnorme blev sorteret fra. Derefter blev jorden fyldt tilbage i hullet, mens regnorme blev skyllet, lagt i petriskåle med fugtigt filterpapir og sat på køl ca. et døgn for at tømme tarmen. Efterfølgende blev ormene bestemt til art (adulte) eller slægt (juvenile), og ormene blev vejet enkeltvis (vådvægt).

### 3.3.3 Statistisk behandling af miljødata

Designets statistiske styrke er beregnet ved hjælp af procedure GLMPOWER i SAS på baggrund af data indsamlet i 2004 med henblik på en vurdering af,

om designet skulle ændres i 2005. Resultatet af styrkeanalysen kan ses i Bilag 2 og gav ikke anledning til ændringer i designet. Effekten af ukrudtsbehandlingerne på vegetation og regnorme (dækning, antal arter, antal dyr, vådvægt) er testet med variansanalyse (ANOVA) i SAS, samt non parametriske (proc NPAR i SAS), da forudsætningerne for ANOVA i nogle få tilfælde ikke kunne opfyldes. Testene er udført på middelværdierne for replikaterne, idet prøver inden for samme replikat er pseudoreplikater. I nogle tilfælde er regnormedata  $\log(x+1)$ -transformeret og plantedata kvadratrodstransformeret inden analyserne for at opnå varianshomogenitet (ikke muligt i alle tilfælde). Behandlingerne er sammenlignet med Tukey-test i SAS. Data fra de to år er i første omgang testet samlet, inklusive test for interaktive effekter af år, vandingsmønster og behandling. I tilfælde af interaktioner, er analysen derefter foretaget for de enkelte år og (i nogle tilfælde) for den enkelte type af vanding. Data er vurderet på baggrund af et signifikansniveau på 5 %.

### 3.4 Ukrudtsklipping

#### 3.4.1 Metodik

Behandlingen med ukrudtsklipper er udført efter de samme principper som for juletræer. Indledningsvis blev de enkelte frugttræers position målt ved hjælp af RTKGPS og indføjet på et kort. Ud fra disse positioner blev der genereret ruteplaner for maskinens kørsel i forhold til rækkerne i de parceller, der skulle behandles. Da maskinens rotorklipper kun har en diameter på 32 cm var der behov for at køre to gange på hver side af rækkerne. Den klippede bane blev således omkring 55 cm. Rotorklipperens position blev styret efter det passive princip, som giver det bedste resultat. For at beskytte træerne mod beskadigelser fra kontakt med rotorskærmen blev denne beklædt med et blødt plastikmateriale.

Det første år foregik behandlingerne dog næsten udelukkende med en håndholdt græsklipper, idet ukrudtsklipperen på det tidspunkt endnu ikke var tilstrækkelig udviklet. Det andet år blev næsten alle behandlinger udført med ukrudtsklipperen. Klippingerne blev udført efter behov, dvs. når ukrudtet var 10 - 15 cm højt, første gang i 2005 dog 12 - 25 cm højt. Den sidste klipping i 2005 måtte dog aflyses.

### 3.5 Velfærdsøkonomi – metodiske overvejelser

Den velfærdsøkonomiske beskrivelse sigter primært på at opgøre forbrugerens præferencer for produkter fra æbledyrkning, hvor de beskrevne alternativer til herbicidbehandlinger er anvendt.

For at kvantificere forbrugernes præferencer sættes der vha. værdisætning monetære beløb på disse præferencer. Den monetære enhed 'kroner' anvendes, fordi den repræsenterer en let sammenlignelig enhed, og fordi penge er det generelle transaktionsmiddel, der bruges som måleenhed for stort set alle markedsomsatte goder. Ved at bruge monetære enheder opnås således, at gevinsterne kan indgå i velfærdsøkonomiske vurderinger, som f.eks. *cost-benefit* analyser, der kan indgå i beslutningsgrundlaget for allokeringen af samfundets knappe ressourcer.

Økonomisk teori er baseret på marginalnytte-betragtninger og økonomisk værdisætning fokuserer således på marginale ændringer af udbudet af miljøgoder (se f.eks. Freeman 1993). Af denne grund kan et værdisætningsstudie ikke retfærdiggøre en opgørelse af værdien af herbicidfri drift totalt set, men kun den marginale værdiændring, der vedrører overgangen fra konventionel drift til herbicidfri drift.

### 3.5.1 Goder tilknyttet herbicidfri produktion

Der er forskellige goder forbundet ved at anvende alternativer til herbicider, og det er vigtigt at få disse goder beskrevet således at det kan afgøres, hvilke der er relevante at inddrage i værdisætningsundersøgelsen.

Ideelt bør alle goder eller værdityper, der påvirkes af den ændrede herbicidanvendelse, inddrages i et værdisætningsstudie. Metodevalg vil dog ofte være afgørende for, hvilke værdier der reelt vil indgå, og i hvor høj grad det er muligt at skille disse værdier fra hinanden.

Umiddelbart kan der identificeres to goder knyttet til ændret herbicidforbrug. Såfremt forbrugeren mener, at det er forbundet med øget sundhed at indtage produkter, der er avlet med reduceret herbicidforbrug sammenlignet med konventionelt avlede produkter, er det rimeligt at antage at denne øgede sundhed tillægges en værdi. Denne værdi opstår i forbindelse med at produktet bruges (spises) og benævnes derfor en brugsværdi. Jf. Andersen et al (2004), er der ikke herbicider blandt de 6 pesticider, der er fundet spor af i dansk producerede æbler. Derfor må sundhedsaspektet forventes at være ubetydeligt i denne sammenhæng.

Forbrugernes betalingsvilje afhænger dog ikke af om æblerne faktisk indeholder herbicidrester eller ej, men af om forbrugerne tror eller forventer at æblerne indeholder disse rester og dermed af den sundhedsværdi forbrugerne formoder æblerne har. I et værdisætningsstudie er der derfor vigtigt at informere om, hvilke effekter herbicidfri dyrkning har. Desuden skal det undersøges, hvad der reelt ligger til grund for respondenternes svar, dvs. ud fra hvilke attributter og forventninger, de danner deres præferencer. Endelig skal det undersøges, hvilke eventuelle forskelle i betalingsvilje den ene og den anden opfattelse medfører.

Alternativerne til herbicidforbrug vil påvirke flora og fauna, som det er dokumenteret i projektets miljøkonsekvensdel. Denne biodiversitetseffekt kan være forbundet med hhv. eksistens, options- og brugsværdi. Det formodes, at brugsværdien af rekreative oplevelser på privatejede frugtplantager er minimal, hvorfor den væsentligste effekt vil være i form af en options- og eksistensværdi. Optionsværdien opstår, når den biologiske mangfoldighed tillægges en værdi i kraft af, at man regner med at kunne 'bruge' den forbedrede naturkvalitet i fremtiden. Eksistensværdien knytter sig til den værdi man tillægger arters overlevelse eller blotte eksistens, uden at påregne nogensinde at se (bruge) arten.

I nærværende case *herbicidfri æbleproduktion* forventes det derfor, at det langt overvejende er options- og eksistensværdier, som påvirkes.

### 3.5.2 Den betingede værdisætningsmetode - Contingent Valuation (CVM)

Den mest åbenlyse indgangsvinkel til at afdække forbrugerens præferencer og betalingsviljer for produkter fremavlet vha. reduceret herbicidforbrug, er ved at betragte markeder, hvor disse produkter handles. Ved observation af egentlig markedsadfærd, vil man være i stand til at kunne udlede forskellen i betalingsviljen for f.eks. konventionelt dyrkede æbler i forhold til æbler dyrket med et reduceret herbicidforbrug. Et sådan marked for æbler dyrket ved herbicidfri produktion eksisterer dog ikke i dag, hvorfor man er nødsaget til at benytte en mere hypotetisk metode. Ved de hypotetiske metoder afdækkes forbrugernes præferencer ved at spørge et repræsentativt udvalg af befolkningen om deres betalingsvilje for miljøændringen, hvilket oftest sker ved udsendelse af spørgeskemaer. Respondenterne forholder sig således til et hypotetisk marked.

Dette kan gøres i en CVM-undersøgelse, hvor respondenterne bliver præsenteret for et samlet gode beskrevet ved en eller flere miljøændringer. Respondenten bliver bedt om direkte at angive sin betalingsvilje, og normalt inkluderes kun et værdisætnings spørgsmål pr. respondent. CVM-metoden er grundigt beskrevet i Mitchell og Carson (1989).

Der findes forskellige måder, hvorpå respondenterne kan angive sin betalingsvilje. Særligt i ældre undersøgelser anvendes det såkaldte ”åbne format”, hvor respondenterne bliver bedt om at angive betalingsviljen, som et beløb efter eget valg (”jeg er villig til at betale 200 kr. årligt for .....”). Formatet har dog vist sig at være sårbart overfor en række forhold, især hvis respondenterne ikke er vant til at betale for det pågældende gode, og derfor ikke kender prislejet. For at afhjælpe dette problem, kan man præsentere respondenterne for en liste af mulige betalingsbeløb. Formatet har dog i nogle tilfælde vist sig også at medføre skævvredne resultater, idet respondenterne tenderer til at vælge blandt de midterste bud uafhængigt af beløbenes størrelse. Endeligt findes der også ”ja/nej-format” (dichotomus choice), hvor respondenterne præsenteres for et beløb, som man enten kan acceptere eller afslå.

Et af de svage punkter ved CVM er, at resultatet kan være meget følsomt i forhold til, hvorledes det hypotetiske marked beskrives, og at det er forholdsvis nemt for respondenterne at påvirke undersøgelsen ved at svare strategisk. Det er derfor vigtigt at nedtone det hypotetiske element i undersøgelsen, så det derved undgås at respondenterne kan køre på frihjul. Til gengæld er det statistisk set forholdsvis ukompliceret at estimere betalingsviljer ved brug af denne metode. Metoden anbefales derfor typisk for velkendte goder, som respondenterne forholdsvis uproblematisk kan relatere til kendte markedstransaktioner, hvilket må siges at være tilfældet for æbler.

Set i lyset af, at der ikke er fundet rester af herbicider i dansk producerede æbler, virker det illusorisk at tro, at der er direkte brugsværdier i form af øget sundhed forbundet med den reducerede brug af herbicider. Med dette indsnævres også mængden af karakteristika ved den fremkomne miljøgevinst, til at dreje sig om en forbedring af levevilkårene for den biologiske mangfoldighed.

På baggrund af ovenstående vurderes CVM derfor som velegnet til at vurdere de velfærdsøkonomiske virkninger af æbleproduktion uden herbicidforbrug.

Værdisætningen vil udelukkende omhandle de options- og eksistensværdier der er forbundet med en ændret flora og fauna, og vil afhænge af de fysiske mål der foreligger for miljøgevinsten.

Der foreligger dog stadig en udfordring i, at få forbrugeren til at skelne mellem anvendelsen af pesticider generelt og herbicider specifikt. Dette understøttes af, at Brander et al (1998) vurderer herbicidbehovet i forbindelse med frugttræer som værende lille set i forhold til insekt- og fungicidbehovet.

### **3.5.3 Indsamling af data**

De anvendte spørgeskemaer i nærværende undersøgelse er udviklet gennem et litteraturstudie af såvel lignende betalingsviljeundersøgelser som holdningsundersøgelser til frugt og grønt. Forståelsen af spørgeskemaet er testet i flere omgange, bl.a. ved hjælp af fokusgruppeinterviews.

Det endelige spørgeskema blev udsendt i juni 2005 til 1.883 personer af analyseinstituttet GfK. Spørgeskemaet blev besvaret af 1.525 respondenter svarende til en deltagelse på ca. 81 %. Det anvendte spørgeskema kan ses i Bilag 1.



# 4 Resultater

## 4.1 Etablering og tilvækst i behandlingerne

Træerne etableredes godt i alle behandlinger og under begge betingelser. I løbet af sæsonen 2004 viste det sig, at *Tagetes* og ukrudtsarterne i ubehandlet voksede op i de nederste grene, men der blev ikke foretaget indgreb i forbindelse hermed, se figur 4.1-1 og 4.1-2.

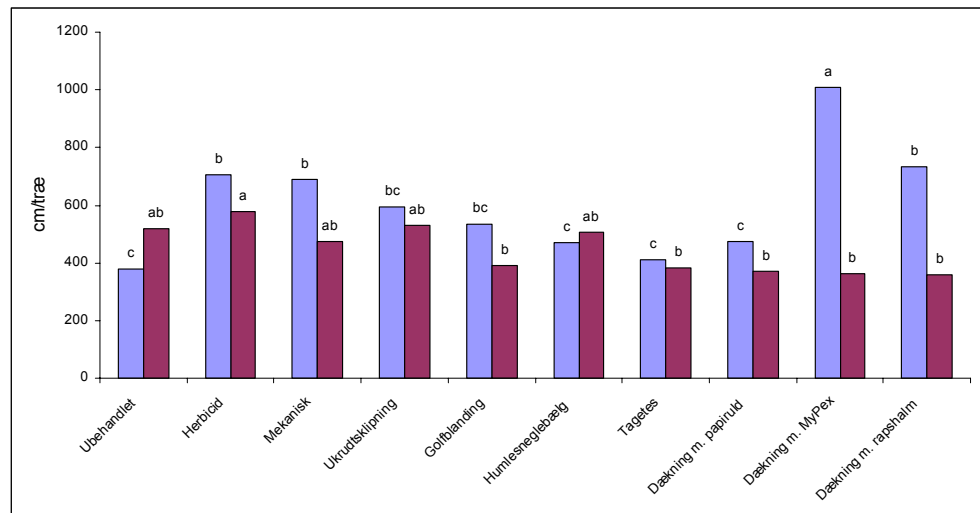


Figur 4.1-1. Udtagning af jordprøver af regnorme.



Figur 4.1-2. *Tagetes erecta* vokser til bestemmelse igennem de nederste grene.

Tilvækst på alle grene blev målt efter vækstafslutning (figur 4.1-3). Tilvæksten var relativt stor i alle behandlinger. Dækafrøder gav generelt den mindste tilvækst, og sort vævet plast, hvor der blev vandet hver dag, gav den største tilvækst.



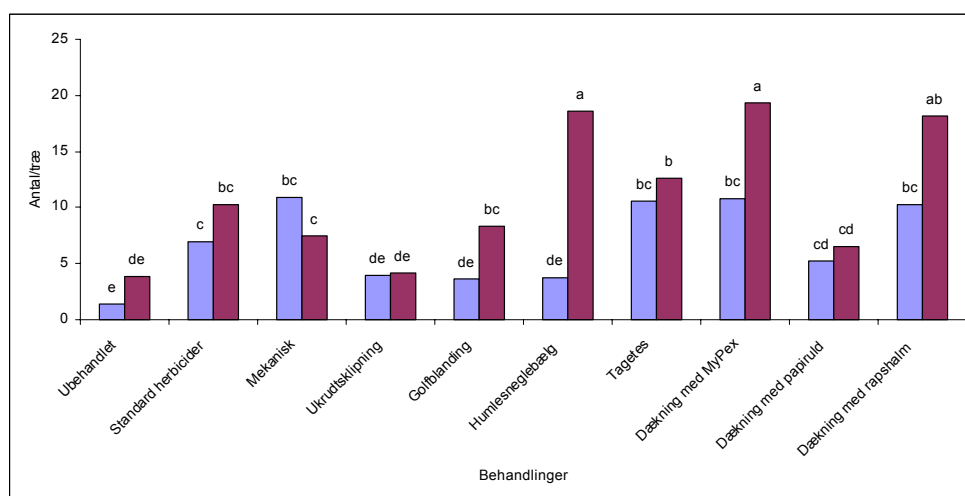
Figur 4.1-3. Tilvækst af skud i 2004 i relation til behandling og vandingsmønster (daglig blå; ugentlig rød). Kolonner med samme bogstaver er ikke signifikant forskellige indenfor hver vandingsmønster ( $p < 0,05$ ).

Ved brug af dækmaterialer som sort vævet plast (MyPex), og rapshalm, var der en positiv effekt i forhold til de øvrige behandlinger af vanding hver dag. Ved mekanisk og herbicidbehandling var der også en positiv effekt i forhold til dækafrøder og papir.

Antallet af træer, der var blevet gnavet omkring stammen ved jordoverfladen af mus i løbet af vinteren, var især højt i behandlingen med tagetes, hvor 2 parceller ud af 8 var total gnavet hele vejen rundt. Det bevirkede, at træerne gik ud i løbet af sommeren pga. manglende vandoptagelse.

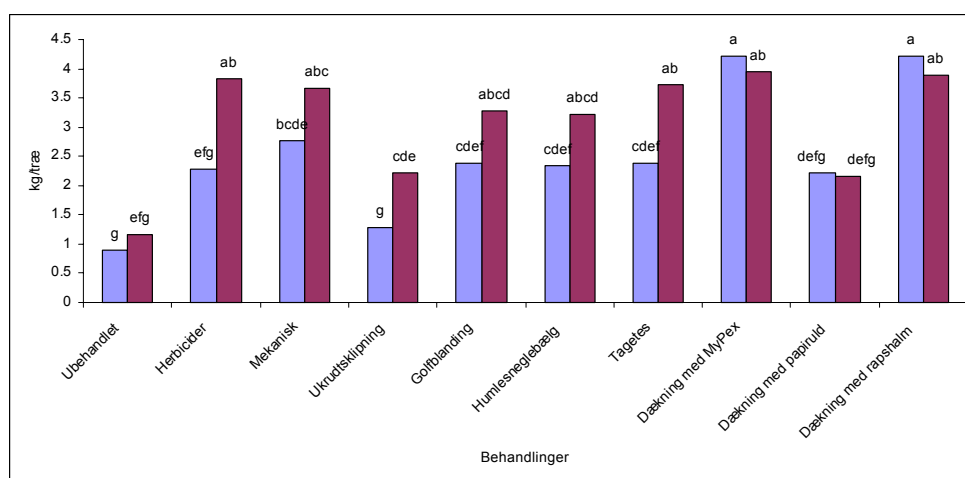
#### 4.2 Udbytte og æblestørrelse

Frugtsætningen i 2004 var lille, da træerne var etableret samme år. Derfor er udbyttetallene fra 2004 ikke medtaget her, men kan ses i Bilag 3. I 2005 var der en tendens til større frugtsætning og derfor blev der udtyndet i alle behandlinger for at få en optimal frugtudvikling ved høst (figur 4.2-1). Udtyndingen viste, at der var et relativt stort potentiale i behandlingerne sort plast (MyPex), rapshalm og humlesneglebælg, hvor der blev vandet ugentligt.



Figur 4.2-1. Antallet af frugter fjernet sidste uge af juni i relation til behandling og vandingsmønster (daglig blå; ugentlig rød). Kolonner med samme bogstaver er ikke signifikant forskellige indenfor hvert vandingsmønster ( $p < 0,05$ ).

Ved høst af frugten i oktober 2005 blev der registreret store forskelle mellem behandlingerne og mellem de to betingelser (figur 4.2-2).

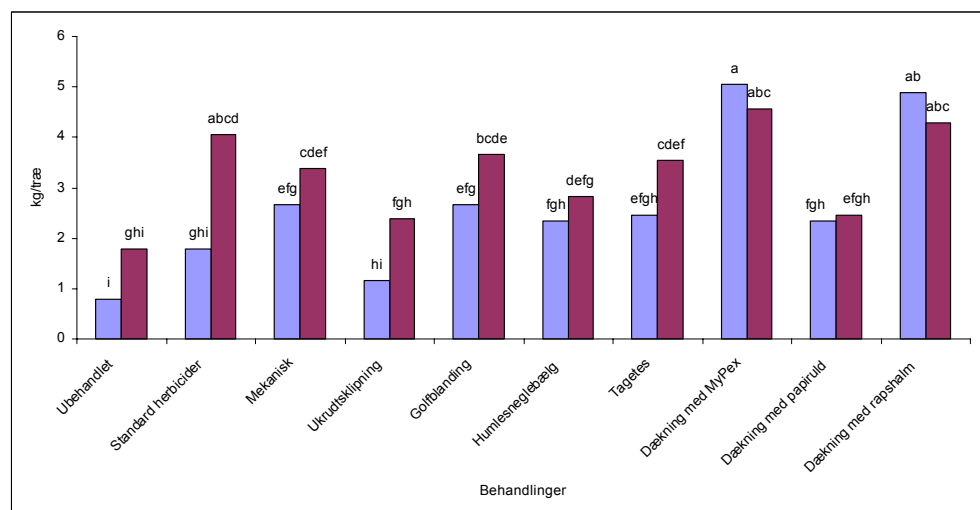


Figur 4.2-2. Udbytte af æbler i størrelse 70-80 mm i relation til behandling og vandingsmønster (daglig blå, ugentlig rød). Kolonner med samme bogstaver er ikke signifikant forskellige ( $p < 0,05$ ).

Udbyttet af salgbart frugt i størrelse 70-80 mm var generelt højest, hvor der var vandet 1 gang om ugen, i de behandlinger med konkurrence fra dækafgrøder, herbicid og mekanisk, i forhold til vanding her dag. I behandlingerne herbicider, ukrudtsklipper og tagetes var effekten af vanding ugentlig signifikant forskellig i forhold til vanding hver dag. I de øvrige behandlinger var der ingen signifikant effekt af vandingen. Der blev ikke fundet vekselvirkning mellem vandingsbetingelser og behandlinger.

Den samme forskel mellem behandlingerne blev set i total udbytte, hvor frugter mindre eller større end 70-80 mm var inkluderet (data ikke vist). Det største udbytte af salgsklar frugt blev registreret i behandlingerne, hvor jorden var dækket med enten sort plast eller rapshalm med vanding hver dag. Udbyttet var dog ikke signifikant forskelligt til behandlingerne herbicider, mekanisk, golfblanding, humlesneglebælg og tagetes ved ugentlig vanding. Dækning med papiruld betød en halvering af udbyttet i forhold til dækning med sort plast og rapshalm. Ukrudtsklipping var på niveau med ubehandlet ved vanding hver dag.

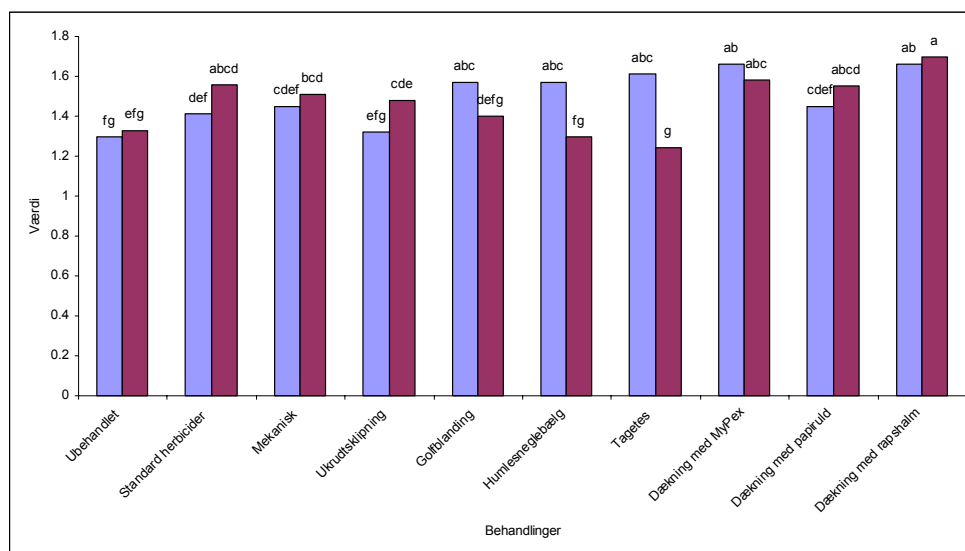
Frugterne blev farvesorteret på maskine, hvor et kamera registrerer farve og farvens udbredelse på frugten. Farvesorteringen viste samme tendens mellem behandlingerne som udbyttesorteringen i 70-80 mm (figur 4.2-3).



Figur 4.2-3. Totalt udbytte af æbler med farve på mere end 50 % af overfladen i relation til behandling og vandingsmønster. (daglig blå; ugentlig rød). Kolonner med samme bogstaver er ikke signifikant forskellige ( $p < 0,05$ ).

### 4.3 Kvalitet i relation til fysiogene sygdomme

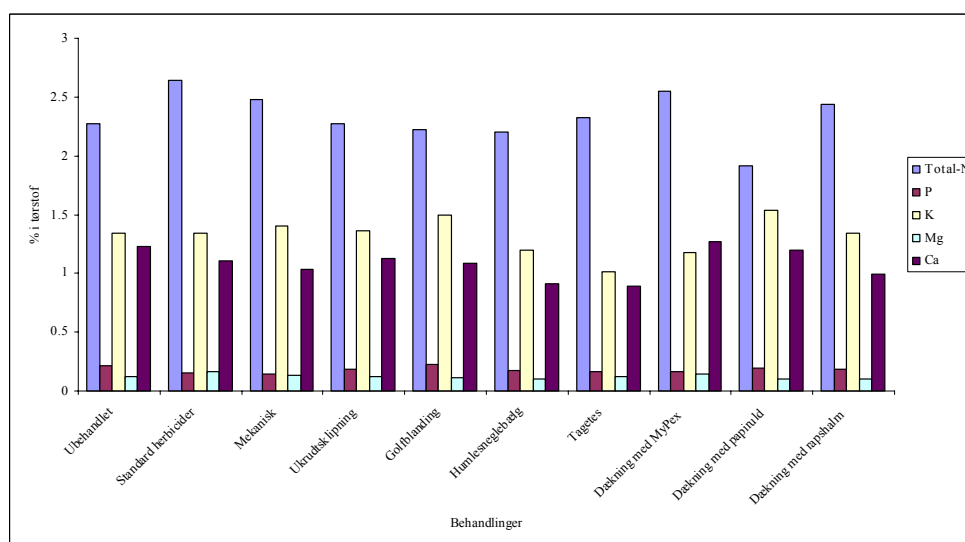
Der var en tendens til en større andel af skrub ved vanding hver dag i behandlingerne med dækning. Årsagerne til skrub kendes ikke, men generelt observeres en større forekomst af skrub på træer, der er udsat for vandlidende jord eller lignende faktorer (Kaack, pers. medd).



Figur 4.2-4. Forekomst af skrub, 1=<20 %, 2=20-50 %, 3=>50 % i relation til behandling og vandingsmønster (daglig blå og ugentlig rød). Kolonner med samme bogstaver er ikke signifikant forskellige ( $p<0,05$ ).

#### 4.4 Bladanalyser

Bladanalyserne udtaget i 2005 viste en faldende tendens i kvælstofindholdet i alle behandlinger i forhold til 2004 (Figur 4.4-1). Kvælstofindholdet i bladene var dog stadig over normen for alle behandlinger undtagen papiruld. Kaliumindholdet lå til den lave side i forhold til normen i behandlingerne med humlesneglebælg og tagetes. Calciumindholdet var øget i forhold til 2004 og lå over normen i alle behandlinger med det laveste indhold i humlesneglebælg og tagetes. Indholdet af mikronæringsstoffer var over normen i alle behandlinger med hensyn til jern og mangan (Tabel 4.4-1). Derimod var zinkindholdet og borindholdet meget lavt i forhold til normen.



Figur 4.4-1. Næringsstofindholdet af total-N, kalium (K) og calcium (Ca) i % i blade i september 2005 i de 9 behandlinger og standardherbicid.

Tabel 4.4-1. Indholdet af mikronæringsstoffer (ppm) i blade i september 2005 i relation til behandling.

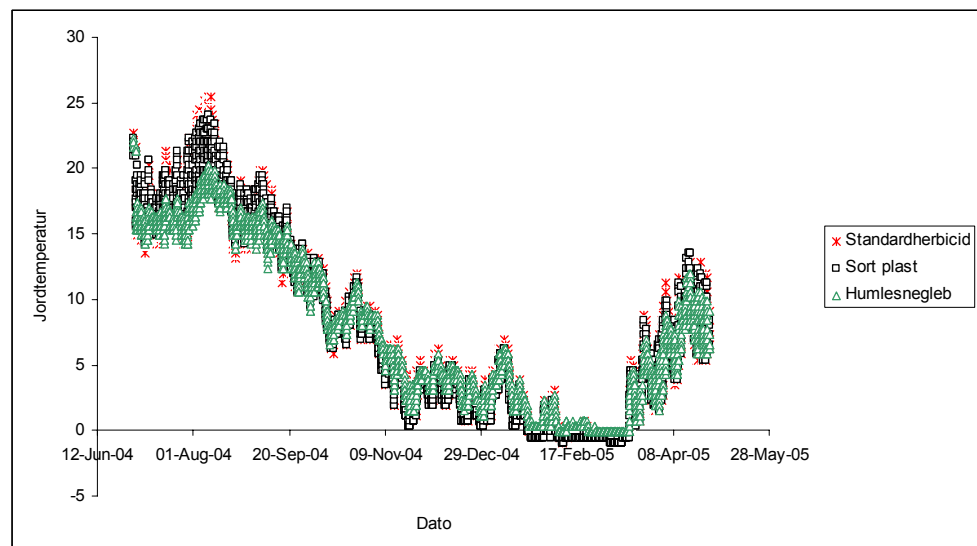
	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Ubehandlet	79	53	13	8	26
St. herbicid	87	62	14	7	20
Mekanisk	77	70	15	7	21
Ukrudtsklipning	67	49	11	7	23
Golfblanding	70	50	10	6	26
Humlesnegleb.	61	48	10	6	23
Tagetes	70	49	12	6	18
Sort plast	66	57	12	6	22
Papiruld	59	39	10	4	30
Rapshalm	62	52	10	6	20

Tabel 4.4-2. Normer for næringsstofindholdet i blade af æble (Håndbog for Frugtavl, 2004).

	N	P	K	Mg	Ca	Mn	Fe	Zn	Cu	B
	%					Ppm				
Min.	2,0	0,18	1,2	0,2	0,7	35	50	35	10	30
Max.	2,5	0,26	1,7	0,4	1,2	100	150	100	20	50

#### 4.5 Andre registreringer

Jordtemperaturen blev registreret i 10 cm's dybde og jordtemperaturen var højest under sort plast (MyPex) og i standardherbicid igennem sommeren. I løbet af vinteren var jordtemperaturen højest under humlesneglebæg og rapshalm (Figur 4.5-1).



Figur 4.5-1. Jordtemperatur i 10 cm's dybde ved 3 behandlinger.

#### 4.5.1 Jordfugtighed

I løbet af sæsonen blev der indvandet ca. 180 l vand/træ i 2004 og ca. 150 l vand/træ i 2005 under begge betingelser. Nedbøren udgjorde i vækstperioden 1.5.-31.8. 267 mm i 2004 og 255 mm i 2005.

## 4.5.2 Sygdomme og skadedyr

Der blev registreret problemer med musegnav omkring rodhalsen på de træer, hvor tagetesstubbe stod tilbage om vinteren og i parcellerne med papiruld som dæklag. Ved brug af rapshalm var der også en tendens til, at træerne dannede rødder over jorden over podestedet, sandsynligvis på grund af den større fugtighed omkring stammen i rapshalmen. På grund af dette og museproblemer blev rapshalmen flyttet 10 cm væk fra stammen i alle behandlinger i starten af januar 2005.

## 4.6 Ukrudtsklipping

### 4.6.1 Karakterisering af arbejdet

Ukrudtsklipperen fulgte den udlagte ruteplan med tilfredsstillende nøjagtighed, og rotorklipperen blev for det meste positioneret præcist i forhold til træerne og kunne da for det meste afklippe ukrudtet tæt ind til stammen. Der var dog tre forhold, som var til hinder for at opnå den perfekte funktion:

1. De fleste støttestolper anbragt tæt på træerne. Det var derfor ikke muligt at komme til at klippe i mellemrummet (figur 4.6.1-1).
2. På hver side af rækkerne i en afstand af ca. 20 cm var jorden kastet op i kamme, der var 4 - 5 cm høje. Disse kamme var i vejen for rotorens sideværts bevægelser i den tiltænkte højde. Det var derfor nødvendigt at indstille stubhøjden 4 - 5 cm højere end planlagt.
3. Mange af træerne havde deres podested og dermed et kroget stammeforløb netop i den højde, hvor rotorens skærm under klipningen gik imod stammen. Dette betød, at rotorens knive måtte afkortes ca. 1 cm for at undgå beskadigelser af træerne, og at klipningen derfor ikke kunne foretages tættere end ca. 15 mm fra stammerne.

Ved den første kørsel i 2005, der måtte udføres lidt senere end planlagt, var ukrudtet blevet temmelig højt og kraftigt. Maskinen havde da problemer med at holde rotorklipperen ude i den ønskede position som følge af modstand fra ukrudtet. Fjederkraften på rotorarmen blev forøget, men alligevel var det nogle steder nødvendigt at klippe to gange eller at foretage en manuel supplerings. Ved de senere behandlinger, hvor ukrudtet var mindre kraftigt, forløb kørslen meget bedre.



Figur 4.6.1-1. Eksempler på resultat af klippinger.

## 4.6.2 Maskinens påvirkning af stammer og grene

Et mindre antal af træerne fik små barkskader indtil problemet med de for lange rotorknive blev opdaget og rettet.

Som allerede nævnt blev dette rettet ved at afkorte rotorknivene.

I nogle tilfælde, hvor rotorklipperne ved passage af en sten eller en meget kraftig ukrudtstue, blev presset noget tilbage fra sin normale stilling blev den efterfølgende skubbet ud mod den normale stilling med ret stor hastighed. Undertiden kunde den da ramme det næste træ med ret stor kraft. Dette førte i nogle få tilfælde til mindre skader. Dette problem vil ikke forekomme, hvis der klippes hyppigt og de største sten fjernes. Det vil også hjælpe at montere en støddæmper på rotorarmen.

Sidst på sæsonen blev æblerne tunge, og træernes grene kom til at hænge så lavt, at maskinen under arbejdet ville støde en del af dem af. Det blev derfor besluttet at aflyse den sidste klipning, som var planlagt til udførelse i anden halvdel af september. En løsning på dette problem kunne være at gøre ukrudtsklipperen lavere eller at bygge en lav sideplatform til rotorklipperen.



Figur 4.6.2-1. Barkskade forårsaget af kontakt med rotorknivene før disse blev afkortet. Årsagen til skaden er det krogede stammeforløb omkring træets podested.

## 4.7 Miljømæssige resultater

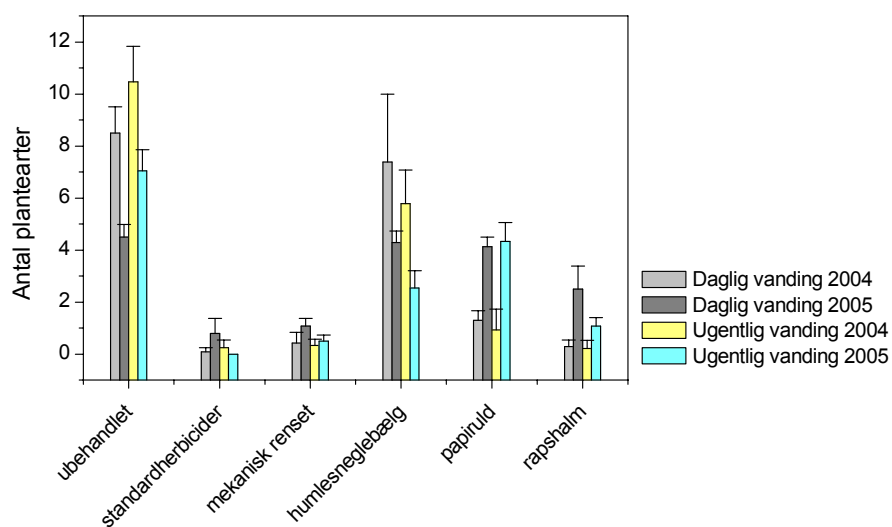
### 4.7.1 Vegetation

Først blev det undersøgt om der var signifikant effekt af år, vandingsmønster (daglig henholdsvis ugentlig vanding med samme totale vandmængde) behandling (ubehandlet kontrol, standard herbicid, mekanisk renset, humlesneglebælg, papiruld og rapshalm) på to målvariable (antal plantearter og dækningen, samt om der var interaktion mellem år, vandingsmønster og behandling). Da effekten af behandlingerne afhang af året for begge målvariable ( $p < 0,0001$ ), blev analysen derefter gennemført separat for de to år. Der var i 2004 ikke effekt af vandingsmønsteret. Derfor blev data fra de to vandingsmønstre analyseret sammen. Der var for begge målvariable en signifikant effekt af behandlingerne ( $p < 0,0001$ ).

I 2005 var der for dækning effekt af dyrkning, og der var interaktion mellem vandingsmønster og behandling for antal arter. Data fra 2005 er derfor analyseret separat for de to vandingsmønstre. Der var en signifikant effekt af behandling på både dækning og antal plantearter, uanset vandingsmønster ( $p < 0,0001$  i alle tilfælde).

Resultaterne af de seks behandlinger fordelt på år og vandingsmønstre for artsantal og dækning præsenteres nedenfor (se figur 4.7.1-1 og -2 og Tabel 4.7.1-1 til -3).

Artsantallet viste først og fremmest en udtalt effekt af behandling (Figur 4.7.1-1). Derudover var der en forskellig tendens fra 2004 til 2005 afhængig af behandling. Generelt faldt artsantallet fra 2004 til 2005, hvor det var højest i 2004, dvs. kontrol og humlesneglebælg, hvorimod det steg, hvor det var lavt i 2004. Dette var specielt tydeligt, hvor papiruld var brugt til afdækning, men også hvor der var brugt rapshalm. For herbicidbehandlet og mekanisk rensset var der meget få plantearter både i 2004 og 2005. Eventuelle forskelle mellem de to år skyldes formentlig primært problemer med at opgøre, om de tilstedeværende planter var levende eller døde. Observationer af døde og formodet døende planter er således ikke talt med, men i praksis var der en glidende overgang fra levende til død plante i begge behandlinger. Kriterierne, der blev brugt, var, at en plante skulle være naturligt grøn og rodfæstet for at blive regnet som levende.

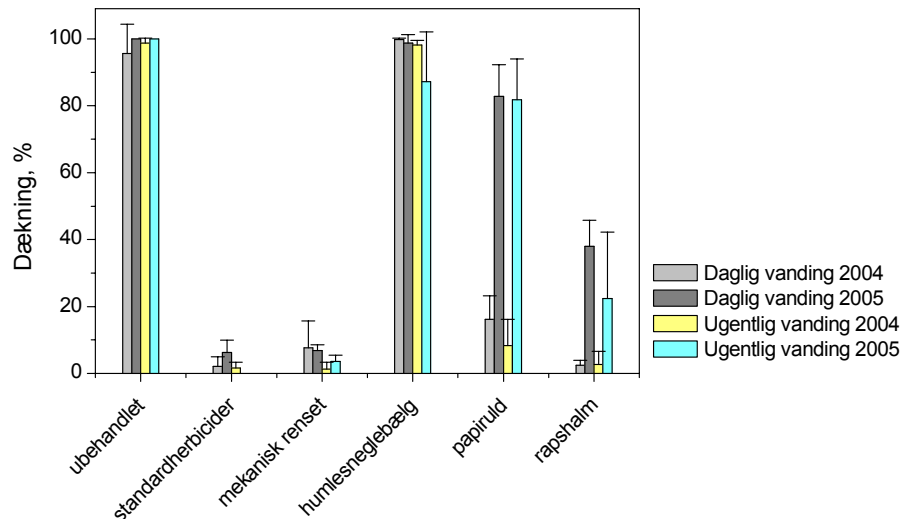


Figur 4.7.1-1. Gennemsnitligt antal plantearter og standardafvigelser per 0,25 m<sup>2</sup> ved de 6 behandlinger under de to vandingsmønstre i 2004 og 2005.

Dækningen af vegetationen varierede stort set ikke mellem år og dyrkning for behandlingerne kontrol, standard herbicid, mekanisk rensset og humlesneglebælg (Figur 4.7.1-2), medens der for behandlingerne papiruld og rapshalm var en signifikant forøgelse af dækningen fra 2004 til 2005.

For papiruld, hvor den øgede dækning især bestod af alm. Rapgræs og mælkebøtte, var den gennemsnitlige forøgelse af dækningen fra 12,5 % til 81 %, medens den gennemsnitlige forøgelse for rapshalm var fra 3 % til 31 %, som især bestod af kvikgræs og mælkebøtte. Dette skyldes antagelig, at effekten af afdækningsmaterialet aftager med tiden, hvorfor der ved beregninger for disse behandlinger bør indregnes, at de skal fornyes.





Figur 4.7.1-2. Gennemsnitlig dækning og standardafvigelse ved de 6 behandlinger under de to vandingsmønstre i 2004 og 2005.

Tabel 4.7.1-1. Sammenligning (Tukey) af hhv. det gennemsnitlige antal plantearter og den gennemsnitlige dækning i de 6 behandlinger i 2004, hvor de to vandingsmønstre blev behandlet samlet; tal efterfulgt af ens bogstav ikke er signifikant forskellige ( $\alpha = 0.05$ ).

Behandling	N	Gennemsnitligt antal arter*		Gennemsnitlig dækning**	
Kontrol	8	9,48	a	15,54	a
Humlesneglebælg	8	6,58	b	15,83	a
Papiruld	8	1,10	c	1,96	b
Mekanisk renset	8	0,38	d	0,71	c
Rapshalm	8	0,25	d	0,40	c
Standardherbicide	8	0,17	d	0,29	c

\* data kvadratrodstransformeret

\*\* varianshomogenitet kunne ikke opnås

Tabel 4.7.1-2. Sammenligning (Tukey) af hhv. det gennemsnitlige antal plantearter og den gennemsnitlige dækning i de 6 behandlinger i 2005 ved daglig vanding; tal efterfulgt af ens bogstav ikke er signifikant forskellige ( $\alpha = 0.05$ ).

Behandling	N	Gennemsnitligt antal arter*		Gennemsnitlig dækning*	
Kontrol	4	4,50	a	16,00	a
Humlesneglebælg	4	4,29	a	15,79	a
Papiruld	4	4,13	a	13,25	a
Mekanisk renset	4	1,08	c	1,08	c
Rapshalm	4	2,5	b	6,08	b
Standardherbicide	4	0,79	c	1,00	c

\* data kvadratrodstransformeret

Tabel 4.7.1-3. Sammenligning (Tukey) af hhv. antal plantearter og den gennemsnitlige dækning i de 6 behandlinger i 2005 ved daglig vanding; tal efterfulgt af ens bogstav er ikke signifikant forskellige ( $\alpha = 0.05$ ).

Behandling	N	Gennemsnitligt antal arter		Gennemsnitlig dækning	
Kontrol	4	7,04	a	16	a
Humlesneglebælg	4	2,54	c	13,96	a
Papiruld	4	4,33	b	13,08	a

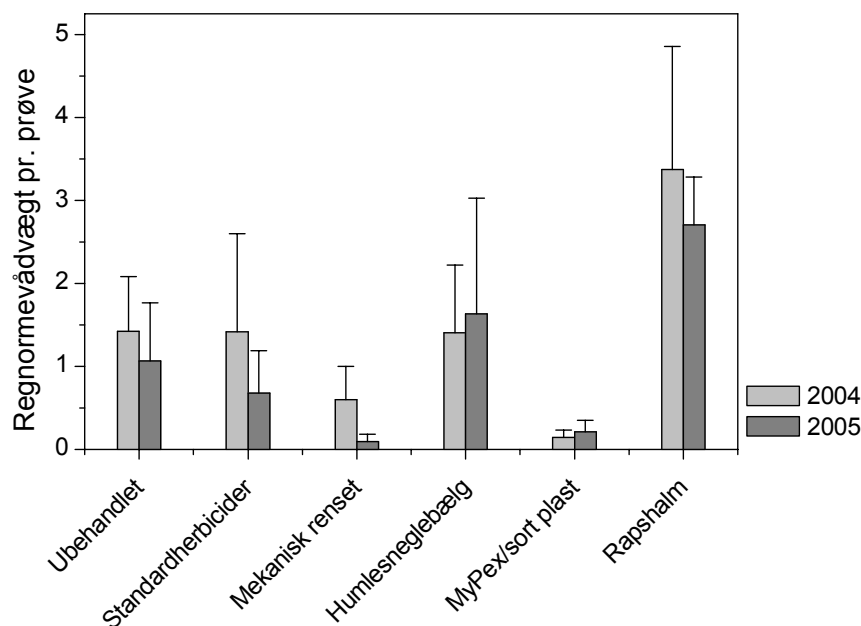
Mekanisk rensset	4	0,50	d	0,58	c
Rapshalm	4	1,08	d	3,58	b
Standardherbicid	4	0,00	e	0,00	c

\* data kvadratrodstransformeret

#### 4.7.2 Regnorme

I maj 2004, da behandlingerne endnu ikke var fuldt etableret, var der i gennemsnit ca. 1,5 orme pr. prøve.

I september 2004 og 2005 var der betydeligt flere orme, nemlig i gennemsnit 3,2 dyr pr. prøve i 2004 og 2,9 i 2005. Der var i gennemsnit 1,4 g orme fordelt på 1,4 arter pr. prøve i september 2004 og 1,1 g orme fordelt på 1,3 arter i 2005. Data for vådvægt er præsenteret i Figur 4.7.2-1.



Figur 4.7.2-1. Gennemsnitlig regnormevådvægt og standardafvigelse ved de 6 behandlinger i 2004 og 2005. Data for de to vandingsmønstre er slået sammen, da der ikke var signifikante forskelle.

Vi iagttog under prøvetagningen i september 2004 og september 2005, at der stor set ingen orme var under det sorte plasticdække, hvor bl.a. en af årsagerne kan være tilstedeværelsen af et stort antal myrer.

På grund af års afhængig effekt af vandingsmønsteret på antal regnorme og antal regnormearter (interaktion mellem år og vandingsmønster,  $p < 0,02$ ) er data for de to år analyseret hver for sig. Hverken i september 2004 eller i september 2005 var der forskel mellem de to vandingsmønstre, hvorfor data fra de to vandingsmønstre blev analyseret samlet. Variansanalyserne (parametriske såvel som nonparametriske) viste, at der for antal regnorme, antal arter og regnormevådvægt var forskelle mellem behandlingerne ( $p < 0,0001$  for begge år).

Af Tabel 4.7.2-1 kan man se, at der i september 2004 var højere regnormebiomasse under rapshalmen end i alle de andre behandlinger, mens de øvrige behandlinger var stort set lige gode, med undtagelse af mekanisk

rensning og sort plastic, der var den suverænt dårligste behandling for regnormene. Med hensyn til antal dyr og antal arter lå rapshalmen højere end den ubehandlede, sort plastic og mekanisk rensning.

Tabel 4.7.2-1. Gennemsnitligt antal dyr, artsantal og vådvægt af regnorme pr. prøve (25 x 25 x 30 (cm som bredde x længde x dybde)) september 2004. Resultatet af tukey-sammenligningen af behandlingerne er angivet ved bogstaver, idet tal efterfulgt af ens bogstav ikke er signifikant forskellige ( $\alpha = 0.05$ ).

Behandling	Antal dyr*	N	Antal arter*	N	Vådvægt	N			
Ubehandlet	3,1	ab	8	1,5	bc	8	1,4	b	8
Standardherbicid	4,2	a	8	1,8	ab	8	1,4	b	8
Humlesnegleb.	3,8	a	8	1,6	ab	8	1,4	b	8
Mekanisk rensset	1,6	bc	8	0,91	cd	8	0,60	b	8
Sort plast	0,97	c	8	0,59	d	8	0,15	b	8
Rapshalm	5,8	A	8	2,2	a	8	3,4	a	8

\*log(1+x)-transformeret før analyse

I september 2005 var såvel antal regnorme som antal arter og regnormevådvægten signifikant højere under rapshalmen end under de andre behandlinger. Mekanisk rensning havde den største negative effekt på regnormene (Tabel 4.7.2-2).

Tabel 4.7.2-2. Gennemsnitligt antal dyr, artsantal og vådvægt af regnorme pr. prøve (25 x 25 x 30 (cm som bredde x længde x dybde)) september 2005. Resultatet af tukey-sammenligningen af behandlingerne er angivet ved bogstaver, idet tal efterfulgt af ens bogstav ikke er signifikant forskellige ( $\alpha = 0.05$ ).

Behandling	Antal dyr*	N	Antal arter*	N	Vådvægt	N			
Ubehandlet	3,3	Ab	8	1,7	a	8	1,1	bc	8
Standardherbicid	2,9	Bc	8	1,3	a	8	0,68	bc	8
Humlesnegleb.	3,4	Ab	8	1,6	a	8	1,6	b	8
Mekanisk rensset	0,60	D	8	0,39	b	8	0,094	c	8
Sort plast	1,2	Cd	8	0,66	b	8	0,21	c	8
Rapshalm	5,9	A	8	2,2	a	8	2,7	a	8

\*log(1+x)-transformeret før analyse

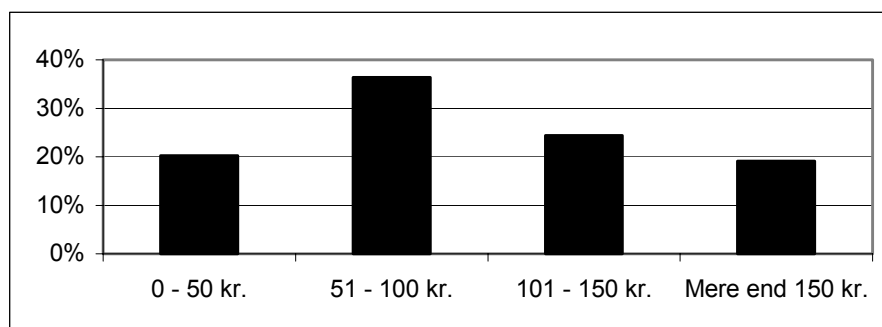
#### 4.8 Analyse af præferencer og betalingsvilje for æbler dyrket uden brug af herbicider

I følgende afsnit behandles og præsenteres resultaterne fra værdisætningsundersøgelsen. Omdrejningspunktet for undersøgelsen er værdisætningsøvelsen, som stilles til respondenterne i spørgeskemaets spørgsmål 10 (Bilag 1). Data er derfor indledningsvis screenet for, hvor anvendelige dette svar var til videre analyseformål. Det oprindelige datasæt består af 1.525 respondenter, men i flere tilfælde har det ikke umiddelbart været muligt at anvende svaret i spørgsmål 10 til analyseformålet.

En frasortering er derfor foretaget ud fra en betragtning, om hvor alvorlig fejlen i rådatasættet er. Der er i alt 63 manglende besvarelser og 40 grundlæggende misforståelser i det oprindelige datasæt, og således er der sorteret 103 respondenter fra i den følgende analyse, hvilket giver et effektivt datasæt på 1.422 respondenter svarende til 93 % af det oprindelige datasæt.

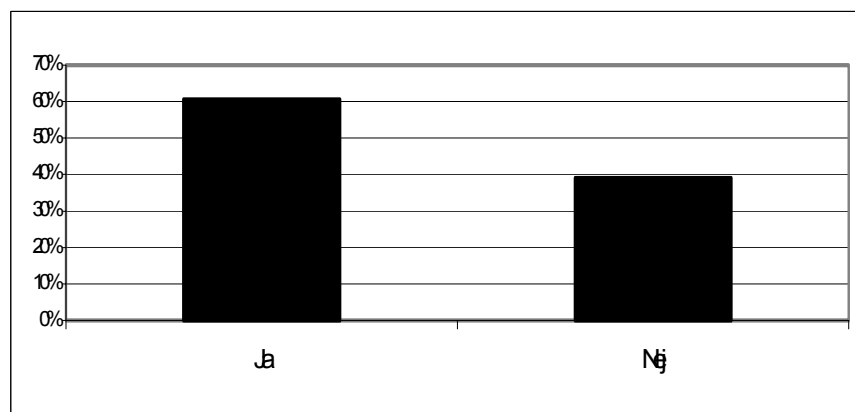
#### 4.8.1 Beskrivelse af samplet

Indledningsvis vil datasættet blive beskrevet gennem statistik over svarene til nogle af de kvalitative og holdningsprægede spørgsmål til spørgeskemaet.



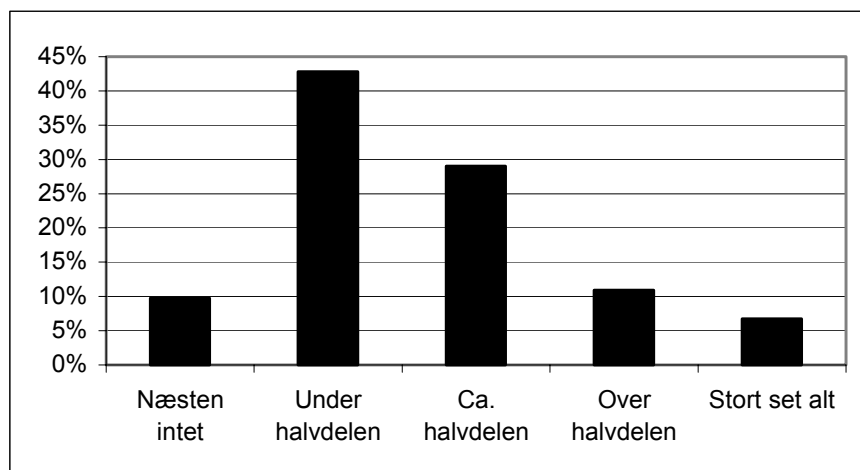
Figur 4.8.1-1. Procentvis fordeling af husstandens ugentlige forbrug af frugt og grønt målt i kr.

Det ses af figur 4.8.1-1, at det normale forbrug ligger mellem 51-100 kr. ugentligt. Lidt under 20 % af de adspurgte har et forbrug af frugt og grønt, der ligger højere end 150 kr. om ugen. Æbler dyrket uden brug af herbicider falder som produkt et sted mellem konventionelt dyrkede frugt og økologisk frugt. Det er derfor interessant at se på, hvordan respondenternes holdning til økologisk frugt og grønt afspejler sig forbruget af dette.



Figur 4.8.1-2. Procentvis fordeling af andel, der køber økologisk frugt.

Af figur 4.8.1-2 kan det ses, at mere end 60 % af de adspurgte køber økologisk frugt og grønt.



Figur 4.8.1-3. Procentvis fordeling af andel med økologisk forbrug.

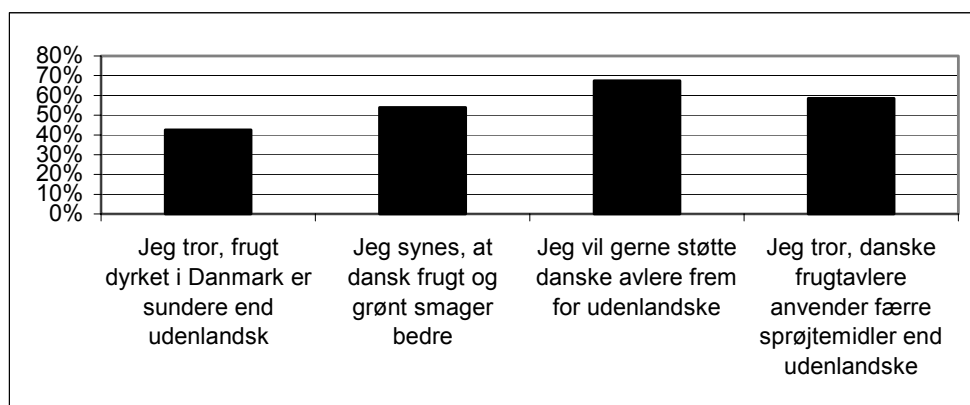
De ca. 60 %, der køber økologisk frugt og grønt, er samtidig blevet spurgt om, hvor meget dette udgør af det samlede frugt- og grøntindkøb. Figur 3 viser, at det kun er en lille andel (ca. 18 %), der overvejende (dvs. mere end halvdelen) køber økologisk.

Samtlige respondenter er tillige blevet spurgt til holdninger omkring, hvor frugt og grønt er dyrket.



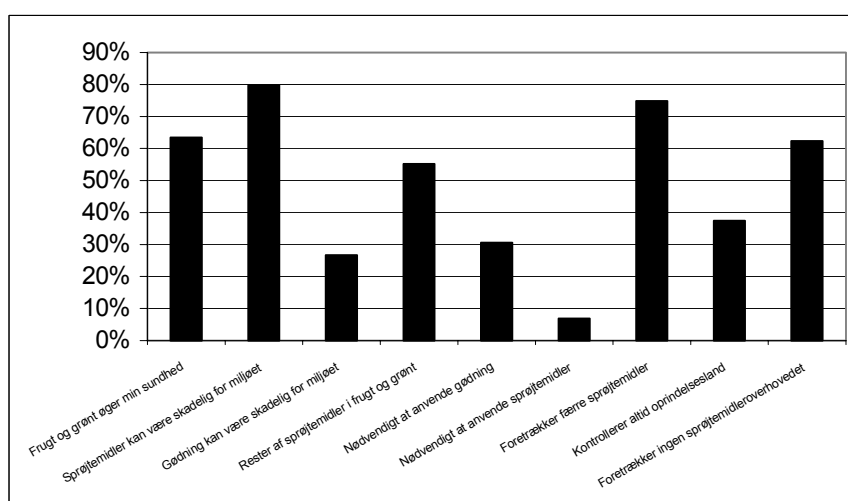
Figur 4.8.1-4. Procentvis fordeling med vægt på, at frugt og grønt er dyrket i Danmark.

Også her angiver lidt mere end 60 %, at der lægges vægt på, om frugt og grønt er dyrket i Danmark (figur 4.8.1-4). Som begrundelse angiver ca. 67 % en patriotiske årsag i form af støtte til danske avlere. Samtidig er det interessant, at næsten 50 % angiver, at de tror, danske frugtavlere generelt anvender færre sprøjtemidler end udenlandske avlere. Samtidig mener 40 %, at de tror, det er sundere at spise dansk avlet frugt og grønt frem for udenlandsk avlet. Denne holdning hænger givetvis sammen med holdningen omkring anvendelse af sprøjtemidler.



Figur 4.8.1-5. Procentvis fordeling af begrundelse for at foretrække dansk avlet frugt og grønt hos respondenterne, der lægger vægt på, at frugten er dansk avlet.

Til sidst kigges der på svarene til en række holdningsprægede spørgsmål jvf. figur 4.8.1-4. I forlængelse af svarene vist i figur 4.8.1-4 og 4.8.1-5 kan det her ses, at ca. 38 % altid kontrollerer oprindelseslandet, når de køber frugt og grønt. Dette svar skal ses i forhold til, at ca. 60 % angiver, at de lægger vægt på, at frugt og grønt er dyrket i Danmark, men at det således ikke er alle, der lægger så meget vægt på oprindelseslandet, at de konsekvent vælger at undersøge deres frugt og grønt for dette. Ca. 75 % vil foretrække, at der bruges færre sprøjtemidler, end der gør i dag, mens en lidt mindre andel, ca. 61 %, har angivet, at de foretrækker, at der ingen sprøjtemidler bruges overhovedet.



Figur 4.8.1-6. Procentvis fordeling af holdninger generelt.

Disse tal skal ses i forhold til, at ca. 8 % har angivet, at det er nødvendigt at bruge sprøjtemidler i forbindelse med dyrkningen af frugt og grønt. 80 % af de adspurgte er enige i, at brugen af sprøjtemidler kan være skadelig for miljøet. Dette indikerer, at størstedelen af samplet bekræfter præmissen i værdisætningsspørgsmålet, nemlig at man kan øge den lokale biodiversitet ved at undlade at sprøjte med herbicider i æbleplantagen.

#### 4.8.2 Splitsamples

Som beskrevet i afsnit 3.5 er nærværende studie indsnævret til at værdisætte options- og/eller eksistensværdien ved forbedret biodiversitet i og omkring

æbleplantagen. Dette er bl.a. begrundet med, at der ikke er fundet herbicidrester i æbler, og den umiddelbare brugsværdi i form af bedre sundhed, derfor ikke kan siges at være påvirket. Som nævnt har det været en udfordring at få respondenterne til at skelne mellem de forskellige former for pesticider og i sin tilkendegivelse isolere effekten fra den reducerede brug af herbicider. For at teste om dette er lykkedes, er spørgeskemaet udført i to forskellige udgaver, som benævnes splitsamples. De to spørgeskemaer er identiske, bortset fra, at der i det ene splitsamples scenariebeskrivelse er indsat en tekst med følgende ordlyd:

*” Reduktionen af sprøjtemidler har derimod ingen sundhedsmæssig betydning for den, der spiser æblet.”*

Det er en simpel uddybning af det manglende sundhedsaspekt, og principielt set bør det ikke ændre på respondenternes svar, idet det udelukkende er en gentagelse.

Andelen af respondenter, der har svaret, at de vil betale mere pga. æblernes sundhed er i splitsample 1 (uden ekstra linje) 12,5 %, mens den i splitsample 2 er 11,4 %. En forholdsvis lille andel af respondenter udgør forskellen på de to samples, men det kan ikke afvises, at respondenterne har reageret på ekstralinjen.

Hvis de to versioner gav meget forskellige resultater, ville det være risikabelt at estimere på det samlede sæt. Derfor er der udført en variansanalyse for at undersøge, om de to versioner umiddelbart kan 'pooles' og indgå samlet. Testet for ens varians på betalingsviljen og ens middelværdi viser klart og uden niveausensitivitet, at de to splitsamples må lægges sammen uden fare for skævhed. Det sammenlagte sample er således udgangspunkt for de efterfølgende analyser.

#### **4.8.3 Socioøkonomisk repræsentativitet**

Det fulde sample og den danske befolkning (populationen) bør være sammenlignelige for at få en brugbar konklusion. Sammenhængen mellem population og sample er belyst grafisk og testet med et Q-test for tre socioøkonomiske variable: alder, køn og personindkomst. Populationen er her serier fra Statistikbanken.dk.

Når repræsentativiteten skal testes, undersøger man i praksis, om der er signifikante forskelle mellem fordelingen af de indsamlede data og data fra Danmarks Statistik, dvs. hele Danmarks befolkning. Ud fra Danmarks statistik beregnes kvotienter eller andele af befolkningen, og disse andele ganges dernæst på det fulde sample, de 1422 observationer. På den måde opnås to fordelinger, der skal testes for overensstemmelse: fordelingen af de indsamlede data, altså samplet, og fordelingen som den bør se ud, hvis data var indsamlet for samtlige danskere.

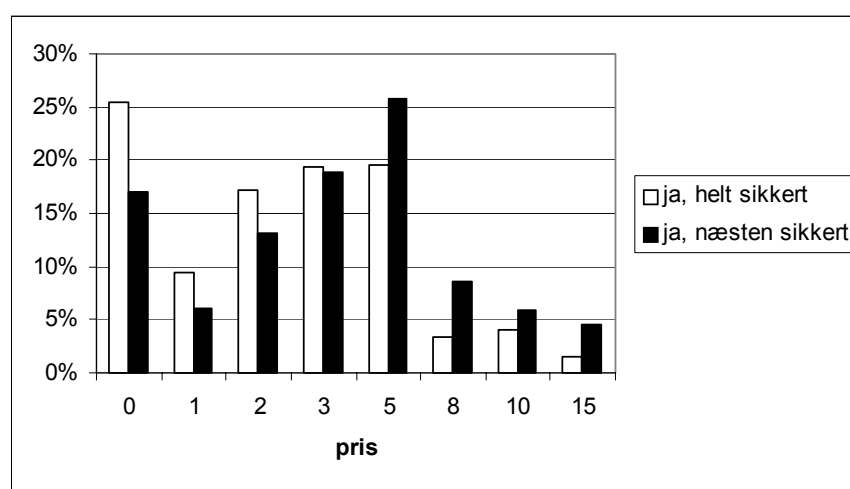
Groft beskrevet måles forskellen på de to fordelinger således, at når den numeriske afstand er stor, så er q-værdien også stor og omvendt. En tilstrækkelig stor q-værdi vil forkaste hypotesen om overensstemmelse. Resultaterne af testen kan ses i Bilag 4.

Sammenligningen af sample og population viser, at hvad angår aldersfordeling og indkomstfordeling er der ikke helt overensstemmelse, men sample og population udviser tilnærmelsesvis samme fordeling. Analysen kan altså gennemføres, så længe det huskes, at det fulde sample har en større andel af

høje indkomster. Hvis en indkomsteffekt vurderes at være væsentlig for estimatet, kan der evt. korrigeres for denne.

#### 4.8.4 Indledende analyse af afgivne bud

I den korte sammenfatning ovenfor blev det nævnt, at der benyttes to betalingsviljemål, et sikkert og et mindre sikkert alternativ. Førstnævnte kan således betragtes som et konservativt estimat på den marginale betalingsvilje for 1 kg æbler dyrket uden brugen af herbicider, hvorimod sidstnævnte kan betragtes som en øvre grænse for betalingsviljen. I det følgende benyttes gennemsnittene af budene som estimater for respondenternes betalingsvilje. Fordelingen af respondenternes betalingsviljer og de tilsvarende efterspørgsler er afbildet i figur 4.8.4-1 og 4.8.4-2.

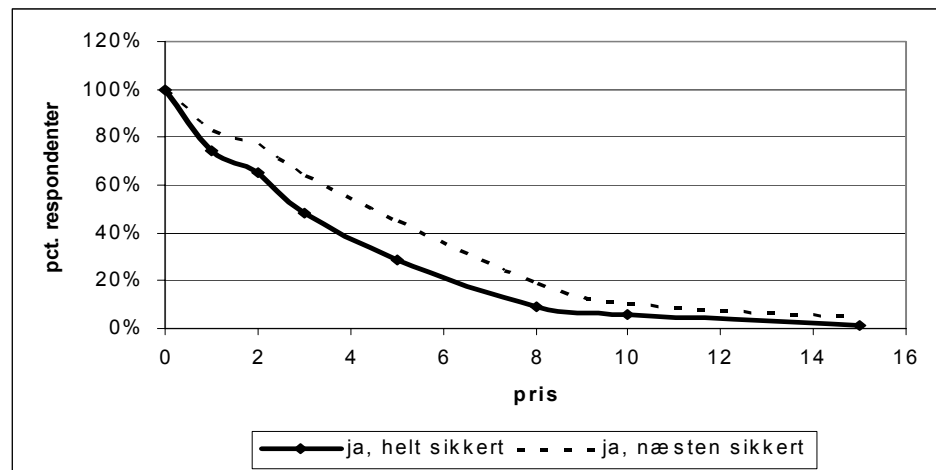


Figur 4.8.4-1. Procentvis fordeling af afgivne bud på betalingsvilje.

Det ses, at buddene fordeler sig normalt over middelværdierne på 2,90 kr. og 4,14 kr. set bort fra antallet af respondenter, der ikke vil betale ekstra. Yderligere ses det, at middelværdien er lidt højere for 'Ja, næsten sikkert' end det mere konservative alternativ 'Ja, helt sikkert'. Dette er i fin overensstemmelse med forventningen.

Ved at akkumulere buddene fra figur 4.8.4-1 kan der dannes en efterspørgselskurve som vist i figur 4.8.4-2. Denne viser, at æbler dyrket uden herbicider er et normalgode, dvs. et gode hvor pris og mængde har en negativ sammenhæng.





Figur 4.8.4-2. Efterspørgselskurver vedr. betalingsvilje.

Den overordnede tolkning af efterspørgselskurverne er, at efterspørgslen for æbler dyrket uden herbicider falder i takt med, at prisen på disse æbler stiger. Figuren indikerer således, respondenterne har svaret ud fra et normalt økonomisk rationale, på trods af, at der er tale om et hypotetisk studie.

#### 4.8.5 Beregning af betalingsvilje

I dette afsnit estimeres betalingsviljen for æbler dyrket uden brug af herbicider. Betalingsviljen beregnes som et gennemsnit af de afgivne bud for, hvad respondenterne helt sikkert vil betale hhv. næsten sikkert betale. Betalingsviljerne er analyseret i forbindelse med respondenternes årsager til at byde, som er angivet i opklarende spørgsmål efter betalingsviljespørgsmålet. I det følgende testes der for, om dette har nogen signifikant indflydelse på betalingsviljeestimatet.

I tabel 4.8.5-1 er middelværdien for respondenternes bud i de to alternativer 'Ja, helt sikkert' og 'Ja, næsten sikkert' opgivet med tilhørende konfidensintervaller i parentes. Konfidensintervallet er beregnet på baggrund af standardfejlen på gennemsnittet. Referenceprisen for et kg konventionelt dyrkede æbler blev i spørgeskemaet oplyst som værende 10 kr. pr. kg. Det fulde sæt af respondenter har gennemsnitligt svaret, at de med sikkerhed vil give 2,90 kr. ekstra for et kg æbler dyrket uden herbicider. Det lidt 'usikre' alternativ giver et lidt højere gennemsnit på 4,14 kr. Det skal bemærkes, at resultaterne er hæftet med nogen usikkerhed på grund af den forholdsvis store standardafvigelse.

Der findes i litteraturen eksempler på, at respondenter af forskellige årsager svarer strategisk og derved påvirker betalingsviljeestimatet. I tabel 4.8.5-1 er det undersøgt hvad forskellige motiver, angivet af respondenterne i de opfølgende opklarende og holdningsmæssige spørgsmål, betyder for betalingsviljeestimatet. Der tages udgangspunkt i det beregnede gennemsnit for alle 1.422 respondenter i samplet. Dette er vist i tabellens første linje og markeret med fed. Derefter holdes enkeltvis forskellige grupper af respondenter ude af beregningen, baseret på årsagen til at angive hhv. positiv betalingsvilje eller ingen betalingsvilje. Årsagen kan aflæses i tabellens venstre kolonne, og de korrigerede betalingsviljeestimer kan aflæses af de to kolonner i højre side. I sidste linje undersøges, hvor meget det påvirker at holde alle ovennævnte grupper ude af beregningen samtidigt.

Tabel 4.8.5-1. Beregnet betalingsvilje inkl. Standardafvigelse.

Respondentgrupper (antallet af udeladte respondenter i analysen i parentes)	Ja, helt sikkert ekstra betaling i kr. pr. husstand pr. kg æbler. (95 % konfidens- interval i parentes)	Ja, næsten sikkert ekstra betaling i kr. pr. husstand pr. kg æbler. (95 % konfidens- interval i parentes)
Alle respondenter (0)	2,90 (2,75-3,06)	4,14 (3,95-4,33)
-Jeg støtter en god sag (51)	2,89 (2,82-2,96)	4,13 (4,04-4,22)
-Æblerne er sundere (340)	2,77 (2,70-2,85)	3,95 (3,63) (3,85-4,05)
-Æblerne bliver alligevel herbicidbehandlet (18)	2,94 (2,87-3,01)	4,20 (4,11-4,28)
-For svært at svare på (7)	2,92 (2,85-2,99)	4,16 (4,07-4,25)
-Jeg ved ikke hvad jeg vil betale (8)	2,92 (2,85-2,99)	4,17 (4,08-4,25)
-Hele sættet fratrukket protestbud (424)	2,85 (2,77-2,94)	4,05 (3,95-4,15)

71 respondenter, der har angivet en positiv betalingsvilje (større end nul) har svaret, at de ønsker at støtte en god sag. Det kan diskuteres, hvorvidt dette altruistiske motiv bør indgå i en beregning af den 'sande' betalingsvilje, og disse vil formentlig skævvride resultatet i opadgående retning. Udelades gruppen af respondenter, der mener, at de støtter en god sag, bliver den gennemsnitlige betalingsvilje dog kun en anelse lavere, nemlig hhv. 2,89 og 4,14.

Respondenter der, på trods af det beskrevne scenarium, angiver, at de er villige til at betale ekstra fordi æblerne bliver sundere, vil også potentielt kunne påvirke betalingsviljen opad, og det ses da også, at det betalingsviljen falder til hhv. 2,77 og 3,95 kr. såfremt disse ikke medtages i det beregnede gennemsnit. Overordnet er dette i god overensstemmelse med forventningen om stigende nytte af godet, men det indikerer en betalingsvilje for noget, som ikke opnås ved herbicidfri dyrkning. Derfor kan det diskuteres, om disse 340 respondenter bør udelades af samplet.

En anden gruppe af respondenter, der påvirker betalingsviljen på en måde, der potentielt kan skævvride resultatet, er dem, der ikke tror på scenariet. Disse respondenter har muligvis en positiv ekstra betalingsvilje for æbler dyrket uden herbicider, men har i stedet angivet 'nul' kr. Frasorteres disse, stiger gennemsnittet i forhold til det fulde sample til hhv. 2,94 og 4,20 kr. Disse respondenter påvirker således den gennemsnitlige betalingsvilje i nedadgående retning, såfremt de bibeholdes i samplet. Det samme gør sig gældende for folk, der ikke har angivet nogen betalingsvilje, fordi det var for svært, eller fordi de ikke vidste, hvad de ville svare.

Overordnet set påvirker ingen af disse grupper enkeltvis det beregnede gennemsnitlige betalingsvilje i særlig høj grad, og hvis alle de nævnte grupper udelades af gennemsnitsberegningen samtidig, svarende til 424 respondenter, reduceres de to estimater til hhv. 2,85 og 4,05. Dette svarer til hhv. en 5 øres og 9 øres reduktion, hvilket anses for værende uden betydning. Af denne grund vælges derfor at bibeholde samtlige 1.442 respondenter i samplet. Det

konservative estimat for den ekstra betalingsvilje for et kg. æbler dyrket uden brug af herbicider udgør derfor 2,90 kr. pr. husstand og det mindre konservative estimat udgør 4,14 kr. pr. husstand. Den samlede betalingsvilje kan således opgøres til hhv. 12,90 kr. pr. kg og 14,85 kr. pr. kg.

En væsentlig gruppe af respondenter er de, der køber økologiske varer. Fjernes denne gruppe fra samplet fås en betalingsvilje på 1,93 kr. ved det konservative alternativ og 2,97 som øvre grænse. Det svarer til et fald på ca. 33 % og 28 %. Antallet af respondenter, der har svaret ja til, at de køber økologisk frugt og grønt er 560 og altså ca. 40 %. Det er en stor gruppe, og eftersom der er tale om et enten/eller spørgsmål, er det ikke overraskende, at betalingsviljen falder drastisk. En stor del køber altså økologisk frugt og grønt, og denne gruppe er med til at trække betalingsviljen op. Bemærk at denne gruppe ikke er medtaget i tabellen.

I alt har 176 respondenter ud af de samlede 1422 svaret, at de ikke vil betale ekstra for æbler dyrket uden herbicider. Det svarer til 12,4 %.

#### 4.8.6 Forskel på splitsamples

Kort opsummeret er der lavet to splitsamples, hvor det udsendte spørgeskema er identisk bortset fra en enkelt linje, der understreger det manglende sundhedsaspekt. Alligevel er der en lille forskel på de to spørgeskemaversioners resultater, og der ses en marginal højere betalingsvilje hos de respondenter, der ikke har den beskrevne ekstralinje med. For det sikre alternativ, 'Ja, helt sikkert', er den gennemsnitlige betalingsvilje i splitsamplet uden ekstralinje, 2,91 kr., og i det andet splitsample er den 2,90 kr. De to estimater er ikke signifikant forskellige, hvilket indikerer, at respondenterne i begge splitsamples har haft den samme forståelse omkring værdisætning af det beskrevne gode.

#### 4.8.7 Påvirkning af betalingsviljeestimatet

I dette afsnit analyseres betalingsviljen ved hjælp af en lineær multipel regressionsmodel. Dvs. en model, der er lineær i samtlige led og består af summen af flere forklarende variable med tilhørende parametre. Pga. lineariteten kan alle parameterestimater tolkes direkte som den enkelte variables påvirkning på betalingsviljen i kr. Regressionens formål er ikke at beregne betalingsviljen, men i højere grad at uddybe yderligere og forklare betalingsviljen og hvad, der påvirker den. Det centrale er altså sammenhængen mellem udvalgte variable og betalingsviljen. Ved brug af statistisk standardsoftware er parameterestimater med standardfejl og signifikansniveauer samt korrelationskoefficienten beregnet. De ses i tabel 4.8.7-1. Der er desuden foretaget en række statistiske analyser på splitsamplet. De enkelte parameterestimaters signifikans er beregnet med T-test, hvilket svarer til at opstille F-test med type III kvadratsummer i SAS. Det betyder, at hvert parameterestimat evalueres som det sidst inkluderede uagtet opstillingen af regressionen. Analyser for multikollinearitet (Variable, der er indbyrdes afhængige) viser, at der ikke er forklarende variable, der er stærkt korrelerede. Forskellige modelspecifikationer er afprøvet og specielt designs med færre forklarende variable. Konklusionerne vedrørende parameterestimater og tilhørende signifikansniveauer ændrer sig ikke over forskellige specifikationer. En svag heteroskedasticitet (Varians på residualen er ikke konstant) er ikke til at afvise i den rapporterede model. Men da den

følgende analyse hovedsageligt fokuserer på de enkelte variables effekter, og parameterestimaterne stadig er middelrette, tillægges risikoen for en forekomst af heteroskedasticitet mindre værdi.

Det er en model for det sikre alternativ 'Ja, helt sikkert', der bliver analyseret og regresseret mod adfærds-, holdningsmæssige variable, hvor der på forhånd er forventninger om en påvirkning af respondenternes betalingsvilje. Samtidig er der inkluderet relevante socioøkonomiske variable. Modellen er opstillet i tabel 4.8.7-1.

Tabel 4.8.7-1. Multipel regression af bestemte variable på betalingsviljen.

Variabelnavn	Parameterestimater	Standardfejl	signifikans
Størrelse af forbrug	0,44	0,10	***
Danskdyrket frugt og grønt (dummy)	0,13	0,16	
Læser varedeklaration	0,16	0,10	
Sprøjtemidler er skadelige (dummy)	0,19	0,20	
Nødvendigt med sprøjtemidler (dummy)	-0,18	0,30	
Færre sprøjtemidler (dummy)	0,73	0,20	***
Ingen sprøjtemidler (dummy)	0,94	0,18	***
Støtter en god sag (dummy)	0,34	0,40	
Sundere æbler (dummy)	0,17	0,17	
Tror ikke på scenariet (dummy)	-2,14	0,66	**
vil kun betale for sundhed (dummy)	-1,29	0,65	*
Jeg køber økologisk (dummy)	0,85	0,16	***
Alder	-0,01	0,00	**
Mand (dummy)	-0,63	0,15	***
Uddannelse	-0,07	0,04	
Husstandsindkomst	0,10	0,03	**
Medlem af miljøforening (dummy)	0,43	0,22	*
Antal observationer	1383		
Adjusted R <sup>2</sup>	0,5872		

\* 5 % niveau, \*\* 1 % niveau og \*\*\* 0,1 % niveau

Det ses, at størrelsen af forbruget af frugt og grønt påvirker betalingsviljen positivt, hvilket er i fin overensstemmelse med forventningen. Selvom det kan argumenteres for, at et stort forbrug af frugt gør forbrugeren interesseret i et billigere produkt, virker det mere sandsynligt, at en forbruger, der bevidst køber meget frugt, er interesseret i et 'bæredygtigt' produkt og dermed også er villig til at betale ekstra. I spørgeskemaet er der fire trin: 1) intet, 2) lavt, 3) mellem og 4) højt forbrug. Parameteren skal forstås sådan, at hvert trin ganges på estimatet. Hvis respondentens forbrug er højt, påvirkes betalingsviljen med 4x44 ører eller 1,76 kr. Hvis det er lavt ganges kun med 2, og der fås en påvirkning på betalingsviljen med 88 øre.

Respondenterne har skullet svare på, om det er af betydning, at frugt og grønt er dyrket i Danmark. Spørgsmålet er kodet som en dummyvariabel, hvor værdien 1 tillægges, hvis respondenterne har svaret positivt, og 0, hvis det ikke spiller nogen rolle, om frugten er dyrket i Danmark. Den forhåndsopstillede hypotese er, at sammenhængen er positiv. Hvis danskdyrket frugt tillægges en værdi, er det sandsynligt, at en frugt dyrket uden brug af ukrudtsmiddel også tillægges en værdi. Analysen viser, at variabelen er positivt korreleret med betalingsviljen, men er uden egentlig signifikans, og den indgår ikke som betydningsfuld faktor i bestemmelse af forbrugernes betalingsvilje.

De næste tre variable er også ubetydelige i denne analyse, fordi de er testet ikke-signifikante i modellen. Ligesom 'danskdyrket frugt' svarede til forventningen om påvirkningen af betalingsviljen, men ikke var signifikant, er de følgende tre variable i overensstemmelse med hypotesen. Således er de respondenter, der læser varedeklarationer også villige til at betale mere for herbicidfri æbler. Det samme er respondenter, der mener, at sprøjtemidler i det hele taget er skadelige for miljøet.

I kontrast til sidstnævnte står respondenterne, der mener sprøjtemidler er nødvendige, når der dyrkes frugt og grønt. Hvis man mener pesticider er nødvendige i frugtproduktionen, er man alt andet lige ikke nødvendigvis interesseret i at betale mere for frugten, når den er dyrket uden herbicider. Ikke overraskende påvirker de to sidstnævnte størrelser betalingsviljen med næsten samme beløb.

Forbrugeren, der helst undgår sprøjtemidler, er villig til at betale 19 ører for æbler uden herbicider, mens det modsatte tilfælde vil betale 18 ører mindre. De næste to variable har umiddelbart intuitivt rigtige fortegn. Hvis man har den holdning, at der bør anvendes færre eller ingen sprøjtemidler ved dyrkningen af frugt og grønt, kan det forventes, at man også vil betale ekstra for æbler med færre sprøjtemidler. Det kan imidlertid diskuteres om forbrugere, der helst helt fuldstændig undgår sprøjtemidler, er interesseret i et æble uden en lille delmængde af alt, hvad der sprøjtes med. Resultatet viser, at denne gruppe af respondenter er villige til at betale knap en krone eller 94 ører ekstra for herbicidfri æbler. I forhold hertil står respondenter, der mener at der generelt bør anvendes færre sprøjtemidler – de vil give 73 ører ekstra og altså mindre end den første gruppe. Størrelsen af de to variables bidrag er ikke intuitivt klare, men de er begge betydningsfulde i modellen.

Gruppen af respondenter, der mener, at de støtter en god sag, påvirker prisen positivt. Det gør også de, der mener, at de får sundere æbler. Fælles for disse respondenter er, at de vil betale for en vare, de ikke får. Den første gruppe hører under de såkaldte altruister. Problemet her er, at analysen forsøger at indfange den enkelte respondents nytte af godet, men altruisterne inkluderer andres nytte. Der er altså potentiel fare for at få en overvurderet betalingsvilje. Samme problem gør sig gældende med gruppen af respondenter, der tror, at æblerne er sundere at spise, hvilket som nævnt ikke er i tråd med virkeligheden. Begge grupper er uden betydning i den samlede analyse, idet de er testet ikke-signifikante. De påvirker altså ikke betalingsviljeestimatet og kan udelades af modellen.

En gruppe af respondenter 'tror' ikke på den væsentligste præmis, at æblerne er fri for ukrudtsmiddel. For disse kan der estimeres et signifikant fradrag i betalingsviljen på mere end 2 kr. Det giver således god mening, at betalingsviljen reduceres til i nærheden af nul kr., hvis ikke man tror på det opstillede scenarium. Gruppen udgør kun 18 respondenter, og som vist tidligere, har det derfor ingen væsentlig indflydelse på det overordnede betalingsviljeestimat.

Den næste faktor omfatter dem, der kun vil betale ekstra for æbler, hvis de er sundere at indtage. De er i overensstemmelse med hypotesen, idet de trækker betalingsviljen ned med et negativt estimat. Desuden står de i kontrast til respondenterne, der er villige til at betale ekstra, fordi de mener, æblerne er sundere at spise. Forskellen er åbenbar, idet den sidste gruppe vil betale for et

gode, de ikke er sat overfor, mens den første har forstået præmissen og vil betale mindre.

Respondenter, der køber økologisk, trækker betalingsviljen op med 85 øre. Sammenhængen er ikke direkte, idet herbicidfri æbler kunne opfattes som værende en 'delmængde' af økologiske æbler. Resultatet er her tolket som, at de økologisk bevidste respondenter mener, at frugt alt andet lige er bedre jo færre sprøjtemidler, der anvendes under dyrkningen - også selvom æblerne ikke er økologiske. Resultatet er estimeret signifikant.

De sidste variable består af de socioøkonomiske forhold hos respondenterne. To bemærkelsesværdige resultater er alder og uddannelseslængde. Begge faktorer påvirker betalingsviljen negativt. Således bliver betalingsviljen 1 øre lavere for hvert år en forbruger bliver ældre, og hvert uddannelsesstrin trækker 7 øre ned. Sidstnævnte gruppe er imidlertid testet ikke-signifikant og indgår derfor ikke med betydning i modellen. Den første gruppe er vigtigere, for så vidt en ældre forbrugers betalingsvilje trækker knap en krone ned, hvilket skal ses i lyset af, at samplet ikke var repræsentativt mht. alder. Endeligt kan det ses, at betalingsviljen er større hos kvinder end mænd, samt at den stiger hos respondenter med høje husstandsindkomster og hos den gruppe, der er medlem af en miljøforening.

#### 4.9 Driftsøkonomiske kalkuler for al ternativer til herbicidanvendelse i æbleproduktion

##### 4.9.1 Merpris for æbler

I studiet af forbrugernes betalingsvilje for æbler produceret uden brug af herbicider blev der estimeret en merpris på 2,9 kr./kg set i forhold til en pristilkendegivelse for konventionelle æbler på 10 kr./kg. Forbrugernes ekstra betalingsvilje svarer således til en prisforøgelse på ca. 30 procent. Ydermere blev der lavet en analyse af respondenternes bevæggrunde for en merpris for herbicidfrie æbler. Denne analyse skal fortrinsvis ses som en udforskning af motiver og holdninger til herbicidfrie æbler, samt styrken af disse set i forhold til betalingsviljen. Den merpris, der blev videreført til de driftsøkonomiske kalkuler, baserer sig således ikke på en økonometrisk baseret model af betalingsviljen, men i stedet på et simpelt gennemsnit af det beløb, som respondenterne helt sikkert vil betale. Dette bevirker, at de driftsøkonomiske kalkuler ikke er hængt op på forskellige statistiske modelforudsætninger. Den beregnede merpris på ca. 30 % er imidlertid gældende for slutbrugerne, dvs. på detailpris-niveau, medens det til brug for vurderinger af de driftsøkonomiske konsekvenser for æbleproducenterne er nødvendigt at fastlægge effekten på salgsprisen af producent svarende til faktorprisen. Forudsættes et prisgennemslag i procent, kan merprisen for producenterne beregnes ud fra den eksisterende salgspris og den forventede relative ekstra betalingsvilje hos forbrugerne. Herved vil der fås et estimat for den ekstra salgspris af producent.

Med henblik på at etablerer en reference for vurderingerne, gennemgås i næste afsnit resultaterne fra driftsanalyser for æblesorten *Elstar*. Herefter følger vurderinger af effekterne på driftsresultatet ved alternativ ukrudtsbekæmpelse.

Som det kan ses i efterfølgende afsnit, tages der i de driftsøkonomiske udbytteberegninger højde for en potentiel overvurdering af forbrugernes

betalingsvilje ved at lave følsomhedsanalyser af hhv. fuldt, halvt og ingen gennemslag i prisen af producent. Et andet, og mere praktisk aspekt, er, hvorvidt det vil være muligt for producenterne at opnå en sådan merpris. Erfaringen på dette område er beskeden. Det kan konstateres, at det i andre sammenhænge er lykkedes producenter og detailkæder at differentiere produkter på grundlag af reduktion i sprøjtemiddelanvendelsen. Som eksempel kan nævnes citrusfrugter, som i dag sælges både som konventionelle frugter og økologiske frugter, men hvor der også er etableret en mellemvare i form af ikke-økologiske, ikke-overfladebehandlede citrusfrugter.

#### 4.9.2 Driftsøkonomisk reference og udbytter

De gennemførte forsøg er foretaget med sorten Elstar, og der tages derfor også udgangspunkt i denne sort i de videre analyser. I Daugaard (2004) er præsenteret omfattende driftsanalyser for produktion af æbler og pærer i Danmark (herefter omtalt: *driftsanalyserne*). Her angives en salgspris på 5,67 kr./kg for 1. sortering, 3,25 kr./kg for 2. sortering og 0,25 kr./kg for æbler til industri. Disse tal relaterer sig til et gennemsnitligt udbytte på 23.700 kg/ha (totalt areal) fordelt med 88 procent på 1. sortering, 3 procent på 2. sortering og 9 procent på industri.

Med disse data fås en gennemsnitlig bruttoindtjening for Elstar æbler på godt 121.000 kr./ha. I Daugaard (2004) opgøres de gennemsnitligt driftsudgifter til 84.000 kr./ha, hvilket giver et dækningsbidrag på 37.000 kr./ha.

Dækningsbidraget udgør rest til aflønning af faste omkostninger som ejendomsskatter, vedligehold, afskrivninger og forrentning af kapital.

I tabel 4.9.1-1 er den driftsøkonomiske kalkule vist. Heraf ses det bl.a. at kemikalieanvendelsen, som bl.a. omfatter herbicidanvendelsen, udgør ca. 7 procent af de samlede driftsomkostninger.

Tabel 4.9.1-1. Driftsøkonomisk kalkule for æblesorten Elstar, 2003.

Alle tal er i 2003-priser	Basis			
	Enhed	Værdi	Pris	Pris
<b>Udbytte</b>				
Totalt pr. samlet areal	kg/ha	23.700,00	nv	nv
<b>Relativ fordeling</b>				
1. sortering	%	88,00	nv	nv
2. sortering	%	3,00	nv	nv
Industri	%	9,00	nv	nv
<b>Udbytte fordelt på sortering</b>				
1. sortering		20.856,00	5,67	118.254
2. sortering		711,00	3,52	2.503
Industri	kg/ha	2.133,00	0,25	533
Produktionsværdi	kr/ha			121.289
<b>Omkostninger</b>				
Salgsudgifter	kr/ha	1,00	30.270	30.270
Kemikalier	kr/ha	1,00	5.657	5.657
Gødning	kr/ha	1,00	719	719
Maskiner	kr/ha	1,00	7.406	7.406
Plukning	kr/ha	1,00	20.245	20.245
Anden løn	kr/ha	1,00	19.729	19.729
Forrentning	kr/ha	1,00	72	72
Omkostninger i alt				84.098
<b>Dækningsbidrag</b>				<b>37.191</b>

Kilde: Egne opgørelser baseret på Daugaard (2004).

Ved anvendelse af resultaterne fra forsøgene gennemført i regi af dette projekt skal det understreges, at der pt. kun foreligger resultater fra 1 års høst, samt at træerne er etableret i forbindelse med forsøget. Derfor må der forventes en væsentlig forskel i udbytterne fra forsøgene og de gennemsnitlige udbytter i driftsanalyserne. I tabel 4.9.2-2 er de gennemsnitlige udbytter (gennemsnit af de to betingelser) fra de gennemførte forsøg vist. Sammenlignes udbytterne for de forskellige alternativer med den konventionelle dyrkning (behandling nr. 1: standardherbicer) ses, at der stort set opnås uændret udbytte for mekanisk ukrudtsbekæmpelse, medens der for ukrudtsklipning fås en udbyttenedgang på 43 procent. Udbytte ved æbleproduktion uden brug af ukrudtsbekæmpelse resulterer i en udbyttenedgang på 57 procent. Ukrudtsbekæmpelse gennem etablering af dækafgrøder (behandling nr. 5, 6 og 7) fører til udbyttenedgange i størrelsesorden 15 til 25 procent (gennemsnit af 2 vandingsbetingelser), medens der for behandlingerne, hvor der foretages afdækning, ses udbyttestigninger for hhv. MyPex og rapshalm, medens dækning med papiruld fører til et væsentligt udbyttefald.



Tabel 4.9.2-2. Udbytter (gennemsnit af to vandingsmønstre) fra de gennemførte forsøg.

Nr. Behandling	Udbytte i alt		Index	1. sortering	2. sortering	1. sortering
	Kg/ha	Standard=100		Kg/ha	Kg/ha	%
1 Standard herbicider	12,879	100		8,268	4,611	64
2 Ubehandlet	5,565	43		3,657	1,908	66
3 Mekanisk	12,720	99		8,586	4,134	68
4 Ukrudtsklipping	7,314	57		5,088	2,226	70
5 Golfblanding	9,858	77		9,063	795	92
6 Humlesneglebælg	9,540	74		7,473	2,067	78
7 Tagetes	10,812	84		8,586	2,226	79
8 Dækning med MyPex	15,105	117		13,674	1,431	91
9 Dækning med papiruld	7,473	58		6,837	636	91
10 Dækning med rapshalm	14,946	116		13,197	1,749	88

Det er bemærkelsesværdigt, at udbyttet for standardherbicidbehandlingen, som svarer til konventionel produktion, er på ca. 13.000 kg/ha mod 24.000 kg/ha opgjort i driftsanalyserne (tabel 4.9.2-1). Dette skyldes formentligt, at der som førnævnt er tale om nyetablerede træer og 1. års høst, samt at der i forsøgene er 2.857 træer pr. ha mod gennemsnitligt 2.200 træer pr. ha for nyetableringerne i driftskalkulerne (0-3 år). Derfor kan udbytterne i forsøgene sandsynligvis være påvirkede af stor intern konkurrence.

Med henblik på at tilstræbe det mest muligt realistiske niveau for de driftsøkonomiske vurderinger anvendes udbyttene fra driftskalkulerne som reference. Udbytteeffekten af de forskellige teknologier til ukrudtsbekæmpelse fastlægges ud fra de relative ændringer, som er registreret i forsøgene.

### 4.9.3 Analyser af alternativer til herbicider

I de følgende analyser tages udgangspunkt i den driftsøkonomiske reference præsenteret i tabel 1, samt udbytteeffekterne i tabel 4.9-1. Endvidere antages det, at der er fuldt prisgennemslag fra forbrugerpriserne til salgsprisen af producent, således at salgsprisen for æbler produceret uden anvendelse af herbicider øges 25 procent sammenlignet med salgsprisen i referencen. Til belysning af effekten af denne forudsætning foretages følsomhedsanalyser med 50 procent prisgennemslag, dvs. forøgelse af salgsprisen på 12,5 procent, samt uden prisgennemslag.

Ved fastlæggelse af omkostningerne ved forskellige former for ukrudtsbekæmpelse, arbejdes med fire generelle typer: standardherbicid, mekanisk, dækafgrøder og afdækning. Da der dels er tale om endnu uafprøvede alternativer, samt at der ikke findes detaljerede driftskalkuler for frugtavl, ligesom det kendes for landbrugsproduktion (f.eks. Håndbog til driftsplanlægning), er det ikke muligt at finde dokumenterede omkostningsdata. Derfor må omkostningsestimaterne baseres på kvalificerede skøn, og resultaterne skal derfor tages med forbehold.

Forbeholdene gælder også for konventionel ukrudtsbekæmpelse, idet omkostningerne til herbicidanvendelse (herbicider, maskiner og tidsforbrug) ikke er udspecificeret i driftsanalyserne. Det antages, at herbicidanvendelsen

bidrager til 20 procent af de samlede omkostninger til kemikalier, samt 10 procent af de samlede maskinomkostninger (Daugaard pers. medd).<sup>1</sup>

For mekanisk ukrudtsbekæmpelse findes der erfaringer i form af upublicerede maskinstationstakster for ukrudtsharvning på 3.000 kr. pr. ha, jf. Have (2005), medens der for ukrudtsklipningen er gennemført egentligt driftsøkonomiske kalkuler, som bl.a. er dokumenteret i Have (2005) og Pedersen et al. (2005). Her findes omkostninger ved anvendelse af ukrudtsklipperen med den nuværende teknologi på 3.050 kr. pr. ha. De angivne driftsomkostninger er kun retningsgivende, idet der endnu ikke eksisterer en kommerciel tilgængelig ukrudtsklipper til formålet og beløbet derfor er baseret af skønnede værdier for investering og driftsomkostninger.

Etablering af dækafgrøder vurderes på grundlag af håndbog til driftsplanlægning at kunne foretages til en omkostning på 500 kr. pr. ha til maskiner og arbejdstid i en landbrugsafgrøde, medens udsæden sættes til 1.000 kr. pr. ha (som rajgræs). Imidlertid må maskinomkostningerne forventes at være noget højere i en frugtplanlage, hvorfor disse omkostninger skønnes at ligge en faktor 2 over landbrugs-taksten. Dermed fås etableringsomkostninger på 2.000 kr. pr. ha. Det antages, at dækafgrøderne skal genetableres efter 5 år, og med en kalkulationsrente på 6 procent p.a. fører dette til en årlig omkostning på 475 kr. pr. ha.

Det er vanskeligt at beregne omkostninger i forbindelse med dækning af jordoverfladen, som i en frugtplantage for en del vil foregå med håndkraft af hensyn til træerne. I nærværende driftsøkonomiske analyse er der taget udgangspunkt i beregninger for afdækning af kartofler, hvor plast og evt. halm fjernes fra jordoverfladen. Det kan selvfølgelig ikke direkte anvendes på dækning i æbleplantage, men vil være det bedste bud på en kalkule for omkostningerne.

Etablering af afdækning omkring frugttræerne – eller rettere i rækkerne – kan have en vis lighed med afdækning af tidlige kartofler. For kartofler vurderes afdækningen af tage 5 timer pr. ha. Ligesom for etablering af dækafgrøder forventes ressourceforbruget at være en faktor 2 højere i en frugtplanlage, dvs. 10 timer pr. ha. Med en timepris på 250 kr. pr. ha giver dette en omkostning på 2.500 kr. pr. ha. Dækningen antages foretaget med rapshalm, og omkostning til tilvejebringelse af denne sættes til 250 kr. pr. ha, således at den samlede omkostning er 2.750 kr. pr. ha. Dækningen antages gentaget hvert 2. år. Med en kalkulationsrente på 6 procent p.a. fås en årlig omkostning på 1.500 kr. pr. ha.

---

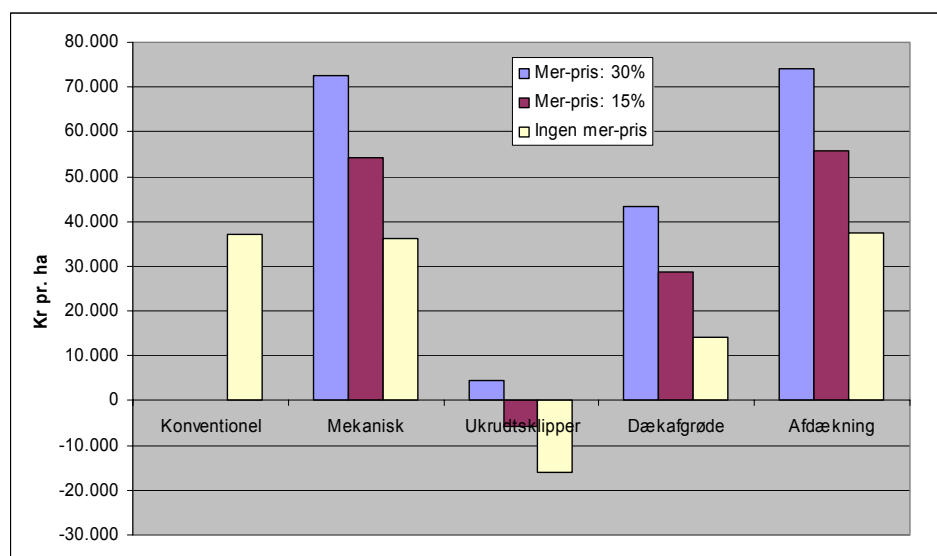
<sup>1</sup> Bemærk, at arbejdstid er inkluderet i maskinomkostningerne i tabel 5.2.3-1.

Tabel 4.9.3-1. Beregningsforudsætninger for konsekvensanalyser

Variabel/Alternativ	Beskrivelse
Salgspris ab producent	Merpris på 25 procent. Følsomhedsanalyse med merpris på 12,5 procent og 0 procent.
Konventionel herbicidanvendelse	Antages at udgøre 20 procent af kemikalieomkostningerne og 10 procent af maskinomkostningerne, i alt 1.870 kr./ha.
Mekanisk ukrudtsharve	Udbytte uændret. Maskinstationstakst for mekanisk ukrudtharvning sættes til 3.000 kr./ha årligt.
Ukrudtsklipper	Udbytte reduceres med 43 procent. Årlig omkostning til ukrudtsklipper på 3.050 kr./ha.
Etablering af dækafgrøde	Udbytte reduceres med 20 procent. Årligt omkostning på 475 kr./ha; reetablering hvert 5. år.
Dækning omkring frugttræer	Udbytte uændret. Årligt omkostning på 1.500 kr./ha; reetablering hvert 2. år.

Med beregningsforudsætningerne beskrevet i tabel 4.9.3-1, er der gennemført kalkuler for de fire alternativer til herbicidanvendelse. Resultaterne er vist i figur 4.9.3-1 samt i tabel 4.9.3-2.

Det ses, at selv uden en merpris for æblerne ser mekanisk ukrudtbekæmpelse og dækning ud til at være konkurrencedygtigt med konventionel ukrudtsbekæmpelse. Såfremt der indregnes en merpris, fører det til at disse alternativer er attraktive sammenlignet med den konventionelle. Ukrudtsklipperen er uanset merprisen ikke konkurrencedygtig med den konventionelle ukrudtsbekæmpelse, medens dækafgrøderne kun er konkurrencedygtige ved 25 procent merpris. Dette skyldes især de reducerede udbytter ved disse alternativer.



Kilde: Egne beregninger.

Figur 4.9.3-1. DB for alternativer til herbicidanvendelse i æbleproduktion. Kalkulen for den konventionelle produktion er foretaget uden merpris.

Tabel 4.9.3-2. Kalkuler af DB for al ternativer til herbicidanvendelse i æbleproduktion opgjort ved forskellige forudsætninger vedr. merpris.

**Samlede resultater for alternativer til herbicidanvendelse i æbler (Elstar)**

Alle tal er i 2003-priser	Driftsøkonomisk opgørelse				
	Konventionel	Mekanisk	Ukrudtsklip.	Dækafrøde	Afdækning
Udbytte, kg/ha	23,700	23,700	13,509	18,960	23,700
Produktionsværdi, kr/ha					
Mer-pris: 25%	nv	157,676	89,876	126,141	157,676
Mer-pris: 12,5%	nv	139,483	79,505	111,586	139,483
Mer-pris: 0%	121,289	121,289	69,135	97,032	121,289
Omkostning, alt. teknologi					
	nv	3,000	3,050	710	1,500
		0	0	0	0
Salgsudgifter	30,270	30,270	30,270	30,270	30,270
Kemikalier*	5,657	4,526	4,526	4,526	4,526
Gødning	719	719	719	719	719
Maskiner*	7,406	6,665	6,665	6,665	6,665
Plukning	20,245	20,245	20,245	20,245	20,245
Anden løn	19,729	19,729	19,729	19,729	19,729
Div. materialer	72	72	72	72	72
Omkostninger i alt, kr/ha	84,098	85,226	85,276	82,936	83,726
Dækningsbidrag, kr/ha					
Mer-pris: 25%	nv	72,450	4,600	43,205	73,950
Mer-pris: 12,5%	nv	54,257	-5,771	28,650	55,757
Mer-pris: 0%	37,191	36,063	-16,141	14,096	37,563

\* Ukrudtsbekæmpelse antages at andrage 20% af de samlede omkostninger til kemikalier og 10% af maskinomkostningerne  
 Kilde: Egne beregninger og Daugaard pers. medd.

## 5 Diskussion

I det følgende lægges der mest vægt på resultaterne fra andet forsøgsår, 2005, idet der blev fjernet en del af de små frugter i 2004. Udtynding bruges i praksis til at forebygge små ikke-salgbare frugter og for at undgå vekselbæring mellem årene. En meget stor frugtsætning i ét år vil medføre meget lille frugtsætning året efter afhængig af æblesorten. Udbytteresultater i den første vækstsæson var derfor primært præget af dyrkningsåret 2003 i planteskolen mht. til anlæg af knopper og udvikling af frugt. Derfor blev resultaternes brugbarhed med hensyn til effekt af behandlinger på udbytte og plantevækst i 2004 begrænset. Tilsvarende var der for flora og fauna effekter af den forudgående plantning og jordbehandling, hvor især jordbehandlingen i forbindelse med plantning og nedsætning af stokke og pæle kan have påvirket første års resultater.

### 5.1 Frugtudbytte i relation til behandling og vandingsintensitet

I 2005 slog effekten af betingelserne og behandlingerne igennem på udbyttet. Det er praksis at vande hver dag med en mindre mængde vand, men resultaterne viser, at det giver en ringe udnyttelse af vandet i modsætning til vanding hver uge med de anvendte mængder i forsøget, hvor der blev tilført ca. 150 liter vand/træ fra maj til september. I alle behandlinger på nær dækning med rapshalm, sort plast og papiruld var udbyttet mindst ved daglig vanding, om end ikke signifikant i alle tilfælde. Overraskende var udbyttet i behandlingen med herbicider og ved vanding hver dag ikke signifikant forskelligt fra ubehandlet, ukrudtsklipping, og dækafgrøder samt papiruld. Mekanisk renholdelse med rotorharve gav et større udbytte end herbicidbehandling, dog ikke signifikant, ved daglig vanding, sandsynligvis fordi jordoverfladen brydes ved mekanisk bekæmpelse og dermed reduceres fordampningen fra jordoverfladen. Ved ugentlig vanding var udbyttet lidt mindre, om end ikke signifikant, i mekanisk bekæmpelse i forhold til herbicidbehandling.

De to eneste behandlinger, der gav størst udbytte ved daglig vanding, var dækning med rapshalm og sort plast, MyPex, hvor udbyttet af salgsklar frugt var signifikant større end de øvrige behandlinger. Sandsynligvis var fordampningen mindre fra de 2 behandlinger i forhold til de øvrige i overensstemmelse med resultater fra andre forsøg med dækning (Bilalis et al, 2003; Teasdale & Mohler, 1993). Ved ugentlig vanding var udbyttet i de to behandlinger på niveau med de øvrige behandlinger, standardherbicid, mekanisk, golfblanding og tagetes, som alle gav et bedre udbytte end ubehandlet, ukrudtsklipping og dækning med papiruld. Rapshalmen dækkede i mindre grad i 2005 (62 % ift. 98 % i 2004 v. daglig vanding) end i 2004 sandsynligvis pga. sammenfald af halmen, så der opstod huller i dækningen, hvor især græs og mælkebøtte trængte igennem. Netop dækningsgraden er afgørende for effekten på uønskede plantearter (Teasdale et al, 1991), idet der er en lineær sammenhæng mellem dækningsgrad og reduktion i ukrudtstæthed (Teasdale & Mohler, 1993). Partikelstørrelsen i dækningsmaterialet er også vigtig i forhold til dækning, hvor især mindre

partikler har større negativ effekt på ukrudtet i forhold til større partikler (Baerveldt & Ascard, 1999). Dækningen med rapshalm var alligevel effektiv i forhold til ukrudtet til at sikre et optimalt udbytte. Rapshalm bevarede i nogen grad strukturen i nærværende forsøg i modsætning til tidligere forsøg med hvedehalm, som hurtigt faldt sammen og efterlod åbninger til jordoverfladen (Lindhard, 1999).

Papirulden havde også en mindre dækning end i 2005 (fra 84 % i 2004 til 16 % i 2005 v. daglig vanding), men det begrænsede udbytte i papirulden skyldes sandsynligvis også faktorer, som peger på konkurrence om kvælstof i nedbrydningen af papirulden, idet kvælstofindholdet i bladene var under normen i 2005.

Andre faktorer kan være manglende luftskifte mellem jord og luft i parcellerne, hvor papirulden var lagt ud (Varga & Májer, 2004). Hvedehalm har tidligere været forsøgt anvendt i æbleplantage med gode resultater (Lindhard, 1999), men har også medført større angreb af meldug (Kolbe, 1987). Der blev ikke iagttaget nogen effekt af dækning på meldug i nærværende forsøg.

Resultaterne viste, at dækafgrøder konkurrerer med træerne, hvis der vandes med små mængder vand dagligt. Træernes rødder vokser dybere end dækafgrødernes rødder, og frugttræer har generelt en mindre rodthæthed (cm rod per cm<sup>3</sup> jord) end urter og er dermed svage konkurrenter til ukrudt om vand og næringsstoffer (Atkinson & White, 1999; Haynes, 1981; Kühn et al, 2005; Hänninen, 1998). Alt andet lige vil det give dækafgrøderne en konkurrencefordel overfor træerne. Belding et al (2004) fandt en begrænsning i frugtudbytte i fersken på helt op til 75 % ved konkurrence fra dækafgrøder og skader fra mus.

Aspektet med vandingsintensitet i relation til dækafgrøder og dækning har, så vidt vides, ikke været behandlet i litteraturen tidligere.

Bladanalyserne viste, at kvælstofindholdet i træer med dækafgrøder og ubehandlet generelt var lavere end de øvrige behandlinger, men lå dog over normtallet, hvilket er i overensstemmelse med andre resultater (Marsch et al, 1996). Effekten af dækafgrøderne på udbytte er derfor mest sandsynligvis relateret til konkurrence om vand (Andersen, 2003; Hänninen, 1998). Ukrudtsklipningen var ikke tilstrækkelig til at opnå et udbytte på højde med udbytterne i behandlingerne med dækning med rapshalm og MyPex. Klipningen nedsatte sandsynligvis ikke konkurrencen om vand mellem græsset og træerne tilstrækkeligt. Dette er i modsætning til tidligere resultater i juletræer (Have et al, 2005). Forskellen i effekt på træerne skyldes sandsynligvis, at juletræer er stærkere konkurrenter til græs, da træerne skygger for græsset, hvilket ikke sker i æbletræer. Dette betyder, at bekæmpelse af ukrudt med klipning skal ske hyppigere og tættere på jordoverfladen, end det er sket i dette forsøg, og kombineres med større vandingsintensitet. Hvis der skal klippes med kort stub, er det nødvendigt, at jordprofilen omkring rækkerne formes, så klippeaggregatet kan komme til at arbejde tæt på jordoverfladen, hvilket ikke var tilfældet i de anlagte forsøg. Dækningen af jorden mindsker udstrålingen af varme fra jorden (Larsson et al, 1997), hvilket kan medvirke til frostskafer i det tidlige forår under blomstringsperioden (Lindhard, 1999). Frost i blomstringsperioden i maj vil medføre manglende frugtsætning og udbytte. Der blev ikke konstateret frostskafer i blomstringsperioden i de to forsøgsår, idet minimum temperaturen i maj måned begge år var over frysepunktet i Årslev (maj min. temperatur 2,0 i

2004 og 1,3 i 2005). Det er derfor ikke muligt at forudsige, hvor stor negativ effekt, dækningen ville have haft, i relation til frostskafer.

I nærværende forsøg foregik dækningen i selve træerækken, som kun udgjorde 1 meter. Varmeledning til luften vil derfor kunne ske fra mellemrummet mellem rækkerne, hvis jorden er renholdt. I praksis vil jorden mellem rækkerne dog være med græs, som er et krav under Integreret Produktion (IP), som de fleste avlere er tilmeldt. Hvor stor betydning, udstrålingen fra den smalle stribe lige i træerækken har i den sammenhæng, vides ikke.

Kvalitet af frugterne er en meget vigtig parameter. Her er størrelse og farve relevant. Farve- og størrelsessorteringen viste samme tendens som udbytte, hvorfor kvalitet og udbytte i den optimale størrelse af frugterne på 70-80 mm var forenelige. Farven afhænger af belysningen af frugten, hvor der kan være en tendens til grønnere frugter i behandlinger med stort udbytte pga. skyggeeffekt. Stor kvælstofforsyning vil ligeledes kunne give en større andel af grønne frugter (Deckers et al, 2001; Kühn et al.). På grundlag af resultatet fra farvesorteringen af frugten vurderedes kvælstofforsyningen at have været optimal i forsøget i alle behandlinger på nær papiruld, hvor bladanalysen viste et kvælstofniveau under normen (Haynes & Goh, 1980). Dækafgrøder med kvæstoffixerende planter som rødkløver har i andre forsøg bevirket forsinket frugtmodning og manglende farveudvikling af æblerne pga. for høj kvælstofoptagelse i frugttræerne (Marsch et al, 1996). I nærværende forsøg var farveudviklingen ikke påvirket i parceller med humlesneglebælg i forhold til de øvrige behandlinger.

Kvaliteten af frugterne med hensyn til fysiogene sygdomme som skrub var påvirket af behandlingerne, hvor dækafgrøder medførte mindst skrub på frugterne i forhold til alle andre behandlinger, når der blev vandet ugentligt, om end ikke signifikant i alle tilfælde. Blev der imidlertid vandet hver dag var der en større andel af skrub i dækafgrøder i forhold til ubehandlet, ukrudtsklipping og papiruld. Da årsagen til skrub ikke kendes, er det vanskeligt at vurdere, hvorfor der fandtes disse forskelle mellem behandlingerne. Der blev ikke konstateret symptomer på andre fysiogene sygdomme i behandlingerne, hvilket er i overensstemmelse med resultater fra andre forsøg med dækafgrøder (Marsch et al, 1996). Ifølge de driftsøkonomiske beregninger er mekanisk ukrudtbekæmpelse og dækning med rapshalm konkurrencedygtig med konventionel ukrudtbekæmpelse med herbicid uanset merpris på æblerne.

Ukrudtsklipping var ikke konkurrencedygtig med den konventionelle ukrudtbekæmpelse uanset merprisen, medens dækafgrøderne kun er konkurrencedygtige ved 25 procent merpris. Dette skyldes især de reducerede udbytter ved disse alternativer. Beregningerne skal dog tages med forbehold, da de er baseret på beregninger fra landbruget, idet det ikke har været muligt at få kvalificerede oplysninger vedr. alternative metoder indenfor frugtavl.

Beregninger ved etablering af småplanter med dækning i forhold til herbicidanvendelse viste, at omkostningerne til dækningen oversteg omkostningerne ved herbicidanvendelsen (Green et al., 2003). En mekanisering af dækningen vil dog medføre, at omkostningerne på sigt kan reduceres (Varga & Májer, 2004).

## 5.2 Miljøgevinstvurdering

I det følgende ses på, i hvilken grad de alternative behandlinger ligner den ubehandlede, under den antagelse, at det er denne, der udtrykker den største miljøgevinst. Da både en høj floristisk diversitet og en høj dækning kan opfattes som positivt i et dyrket system, har vi valgt at se på begge disse mål (Tabel 5.2-1). Da det er behandlingen, der er den afgørende effekt, er de to behandlingsformer her behandlet sammen, selv om der var signifikant effekt af vandingsmønstrer på planteforekomsten i 2005. For regnormenes vedkommende er vurderingen baseret på vådvægten, da denne kan ses som udtryk for det ”jordbehandlingspotentiale”, de tilstedeværende regnorme udgør. Desuden følger artsantal og antal dyr samme tendens som vådvægten.

Tabel 5.2-1. Vurdering af miljøgevinst ved de 6 behandlinger. I vurderingen er den ubehandlede kontrol sat til hundrede og de øvrige er vurderet relativt til denne.

Behandling	Plantearter		Plantedækning		Regnormevådvægt	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Ubehandlet	100	100	100	100	100	100
Humlesneglebælg	69	59	64	93	100	146
Papiruld	12	73	10	82	-	-
MyPex/sort plast	-	-	-	-	10	19
Mekanisk rensning	4	14	1	5	42	9
Rapshalm	3	31	1	30	237	246
Standardherbicide	2	7	1	3	99	62

For regnormene var humlesneglebælg og standardherbicidebehandlingen i 2004 lige så god som den ubehandlede, mens mekanisk rensning og i særdeleshed dækning med sort plastic hæmmede regnormene, hvorimod dækning med rapshalm var en stor fordel for regnormene. I 2005 var den overordnede tendens den samme, dvs. rapshalmen var klart mest favorabel og mekanisk rensning og plasticdækning klart mest ugunstig for ormene, mens rækkefølgen af miljøgevinsten for de behandlinger, der ikke adskilte sig signifikant fra ubehandlet, var lidt anderledes end i 2004. Hvorvidt den positive effekt af rapshalmen skyldes, at ormene tiltrækkes af halmdækket, reproducerer og vokser bedre under rapshalmen, kan vi ikke sige noget om.

Erfaringer fra Odderskær m.fl. (in press), som ikke fandt negative effekt af ukrudtsstrigling i vårhvede på lerjord, giver os grund til at formode, at den negative effekt af mekanisk rensning på regnormene hovedsagelig skyldes forstyrrelser, fravær af organisk materialer og ændrede mikroklimatiske forhold.

Effekten kan både bestå i, at ormene trives dårligere eller fortrækker til andre områder af plantagen. Andre undersøgelser har peget på, at der kan ske mekaniske skader på ormene, som følge af kraftig jordbehandling (review i Lee, 1985). Den negative effekt af den sorte plastic skyldes sandsynligvis tilstedeværelsen af myrer, fraværet af dødt organisk materiale og ugunstige mikroklimatiske forhold.

For planternes vedkommende scorer ubehandlet højest, og behandling med humlesneglebælg som dækafgrøde samt papiruld i 2005 har den højeste lighed med den ubehandlede. Grunden til, at humlesneglebælg scorer lavere end ubehandlet i 2004 er, at den både har lavere artsantal og dækning end den ubehandlede. I 2005 er det specielt artsantallet, der adskiller de to



behandlinger. Dette skyldes formentlig, at den tætte forekomst af humlesneglebælg gør, at nogle arter hæmmes i deres spiring. Dette kan foregå ved, at der kommer mindre lys ned til jordoverfladen (Teasdale & Mohler, 1993), ved at andre arter bliver udkonkurreret hurtigt efter spiring, eller ved at humlesneglebælg virker allelopatisk på nogle arter. Der er dog stadig tale om en høj grad af lighed med den ubehandlede. Derudover er det muligt, at humlesneglebælg har en mere positiv virkning på nogle insekter end den ubehandlede. Dette kunne for eksempel gælde bestøvere. Vi har iagttaget, at humlesneglebælgsbehandlingen var langt mere grøn om efteråret end ubehandlet, ligesom der på dette tidspunkt stadig var et højt antal blomster, der producerede nektar for bestøvere. Derfor er det muligt, at inddragelse af insekter i form af bestøvere i undersøgelsen, ville medføre, at humlesneglebælgbehandlingen ville score højere miljøgevinstmæssigt. Den høje scoring for papirulden i 2005 skyldes både, at der har været arter, der har kunnet spire i selve papirulden, og at papirulden er faldet sammen, således at nogle planter har kunnet gennemtrænge det nedefra.

Den signifikante forskel, der var i planteforekomst mellem de to vandingsmønstre i 2005, skyldes mest oplagt, den måde vandet tildeles på. Specielt i tørre år kan den daglige tilførsel være med til at sikre gode spiringsvilkår. En kontinuert tilførsel af kvælstof via vandingsvandet vil sandsynligvis også favorisere visse arters vækst, idet øget kvælstoftilførsel i frugttræer øgede forekomsten af ukrudtsarter i et amerikansk forsøg, der endnu ikke er færdig publiceret (Granatstein et al, 2005). Den signifikante forskel i nærværende projekt mellem de to år skyldes givetvis vegetationsudviklingen over tid, specielt var mange enårige planter, som var hyppige i 2004, væsentligt sjældnere i 2005. Det skal dog bemærkes, at det først og fremmest er behandlingen, der er bestemmende for den vegetation, som er til stede.

Anvendelsen af ukrudtsvariable som mål for miljøgevinsten ved alternative ukrudtsbehandlinger kan forekomme selvmodsigende, da målet med alle behandlinger undtagen ubehandlet jo netop er at undgå, at andre planter hæmmer væksten af frugttræerne. Imidlertid er der forskel på ukrudt i den forstand, at nogle plantearter, fx mange græsser, pga. deres effektive, dybtgående rodnet med stor rodthæthed er en konkurrent mod frugttræerne, mens andre arter, fx humlesneglebælg og tagetes, er mindre aggressive over for frugttræerne ved vanding med stor vandingsintensitet, som påvist ovenfor. Disse arter tillader med andre ord et højt plantedække, uden at det går ud over frugttræernes vækstbetingelser. Antallet af plantearter i de forskellige behandlinger er måske mindre anvendeligt som miljøgevinstmål, i hvert fald når et stigende antal arter som i dette projekt delvis er et udtryk for, at nogle af behandlingerne bliver mindre effektive med tiden og egentlig burde fornys hvert eller hvert andet år.

### 5.3 Samlet vurdering af de afprøvede alternativer til herbicider

Dækafgrøderne etableredes godt i alle behandlinger og med undtagelse af tagetes var overvintringen af dækafgrøderne god.

Dæk materialet af organisk materiale som rapshalm havde en negativ effekt på ukrudtet, selv i 2. år, hvor halmlaget var mindre end i etableringsåret. Varga & Májer (2004) og Haywood (1999) fandt, at de fleste dækmaterialer kunne anvendes mellem 2 til 3 år, men med aftagende dækning og dermed effekt på ukrudtet.

I frugtplantager skal dæk materialet holdes væk fra selve stammen, således at der er en radius rundt om uden dækning. Dæk materialet bevirker en højere luftfugtighed omkring stammen, som øjensynlig stimulerer brydningen af adventivrødder fra stammen over podestedet. Roddannelse over podestedet vil bevirke, at den vækstregulerende virkning af grundstammen forsvinder. Grundstammen bruges til at fremme den generative og begrænse den vegetative vækst i frugttræet. Den manglende dækning vil sandsynligvis bevirke, at der etableres ukrudt mellem dæk materiale og frugttræ. Ukrudtet kan give anledning til problemer med gnavere, som især er mus. Musene fjerner barken rundt i jordoverfladen og ødelægger dermed træet. Mus var et stort problem i tagetes og også enkelte parceller af sort plast, MyPex, hvor musene opholdt sig under plasten. Placering af muslingskaller, som i værneparcellerne rundt om stammen, løste ikke problemet med mus. En vigtig forudsætning for en udnyttelse af dækning eller brug af dækafgrøder er derfor, at gnaverproblemerne bliver løst. I andre forsøg med dækning er der ligeledes iagttaget store skader pga. markmus (Belding et al, 2004). Granatstein et al. (2005) fandt i et forsøg med dækkulturer, dækning og mekanisk renholdelse, at især der var flere mus (*Microtus pennsylvanicus*) i kvælstoffikserende dækkulturer i forhold til ikke-kvælstoffikserende dækkulturer og træflis, dog kun signifikant forskelligt til træflis, mekanisk renholdt og herbicid kontrol. I nærværende forsøg var problemerne med mus størst, hvor der var en effektiv dækning gennem efterår og vintermånederne.

Resultaterne viste, at dækning af jordoverfladen med rapshalm eller sort plastukrudtsdug kan blive et alternativ til herbicider, idet udbytte og kvalitet kan opretholdes, under forudsætning af, at gnaverproblemer og risiko for frysning af knopper om foråret kan elimineres. Vandingsintensiteten havde en stor indvirkning på udbyttet ved både mekanisk rensning og dækafgrøder som tagetes, humlesneglebælg og græs, hvor udbyttet var reduceret ved daglig vanding, men ikke ved ugentlig vanding. Det er derfor vigtigt, at vandingsintensiteten tilpasses de valgte metoder til at forebygge eller bekæmpe ukrudt.

Dækning med rapshalm resulterede i den største vådvægt og artsantal af regnormene, hvorimod sort plast afdækning og mekanisk rensning resulterede i de laveste værdier. Dækningsgraden og antallet af ukrudtsarter i parcellerne var højest i ubehandlet og lavest i herbicidbehandlet. Der var en effekt af vandingsmønster, idet daglig vanding medførte mindre antal ukrudtsarter end ugentlig vanding.

Når man tager i betragtning, at dækning med sort plast var den miljømæssigt dårligste løsning, står rapshalmen og humlesneglebælgen tilbage, som de mest oplagte alternativer til herbicidbehandling. Anvendeligheden af rapshalmen og humlesneglebælgen bør dog undersøges yderligere mht. problemstillingerne omkring mus og frost som nævnt ovenfor.

Forbrugernes præferencer og betalingsvilje viste, at det konservative estimat for den ekstra betalingsvilje for et kg æbler dyrket uden brug af herbicider kunne beregnes til 2,90 kr. pr. husstand. Det ”næsten sikre” alternativ blev benyttet som en øvre grænse for betalingsviljen og blev beregnet til 4,14 kr. pr. husstand. Den i spørgeskemaet oplyste kilopris for æbler udgjorde 10 kr. Den samlede betalingsvilje kan således opgøres til hhv. 12,90 kr. pr. kg og 14,14 kr. pr. kg. Værdisætningsstudier er altid påvirket af usikkerheder i forskellig grad, som bl.a. knytter sig til, hvorvidt respondenterne har forstået og opfattet scenariet korrekt. I det aktuelle tilfælde kunne man hævde, at respondenterne

kun er blevet gjort bekendt med, at der fjernes et sprøjtemiddel, nemlig herbicider, mens der stadig sprøjtes med insekticider og fungicider. Idet herbicider udgør den mindste andel af det samlede pesticidforbrug, kan man således overveje, om betalingsviljeestimatet kan være overvurderet. Driftsøkonomiske kalkuler baseret på omkostningsberegninger fra landbruget viste, at alternative metoder til herbicider kan være konkurrencedygtige i forhold til herbicidbehandling under forudsætning af, at omkostningsberegningerne fra landbruget kan overføres til æbleplantager. Beregningerne skal dog tages med forbehold, da beregninger fra andre kulturer har vist større omkostninger til dækning i forhold til herbicidanvendelse (Green et al, 2003), og da der foreligger ikke dokumenterede driftsøkonomiske analyser af de alternative metoder til at beregne omkostningsniveauet med tilstrækkelig sikkerhed.



## 6 Konklusion

Undersøgelserne af alternative metoder til ukrudtsbekæmpelse ved etablering af æbleplantager giver anledning til følgende konklusioner:

Dækning af jordoverfladen kan være et godt alternativ til herbicider, hvis dæk materialet ikke forbruger kvælstof i konkurrence med kulturplanterne. Således giver dækning med rapshalm eller sort plast samme eller større udbytte og kvalitet end herbicider. Derimod giver dækning med papiruld, der konkurrerer med kulturplanterne om kvælstof, et reduceret udbytte. Dækafgrøder kan være et godt alternativ til herbicider, når der vandes med stor vandingsintensitet. Vandingsintensiteten har signifikant indvirkning på de behandlinger, hvor der er en konkurrence om vand (dækafgrøder), eller hvor der sker en fordampning fra jordoverfladen (mekanisk, herbicid). En høj vandingsintensitet kan kompensere for konkurrencen om vand mellem dækafgrøder som Tagetes og humlesneglebælg og kulturplanterne.

Både i 2004 og 2005 var der tydelige effekter af behandling på regnorme, hvor de dækmaterialer eller dækafgrøder, der efterlader organisk materiale til regnormene, medførte de største forekomster af regnorme. For regnormene var der ingen effekt af vandingsintensitet.

Artsantallet af ukrudtsarter udvikler sig over tid i de behandlinger, som ikke nulstilles løbende ved mekanisk eller herbicidbehandling. Dækningen med rapshalm og især papiruld nedbrydes, og derfor udvikles bestanden af ukrudtsarter. Dækafgrøden humlesneglebælg udviklede sig derimod til at være mere dominerende andet år. I 2004 sås ingen effekt af vandingsintensitet på artsantal af urter. Men i 2005 sås en uensartet tendens for artsantallet af planter ved de forskellige behandlinger. Den daglige vanding resulterer i en større vegetationsdækning i forhold til ugentlig vanding i 2005. Denne dækning udgøres i høj grad af græsserne Almindelig hvene og Almindelig rapgræs, som er væsentligt hyppigere ved daglig vanding end ved ugentlig vanding. Derimod blev antallet af andre arter forøget med ugentlig vanding i forhold til daglig vanding.

Miljømæssigt er rapshalm og humlesneglebælg de bedste alternativer mht. regnorme og flora i forhold til herbicider, når antallet af plantearter og regnormeforekomst tages i en samlet betragtning.

Driftsomkostningerne er ikke større ved mekanisk renholdelse og dækning med rapshalm end ved herbicid, hvis driftsøkonomiske beregninger baseret på landbrugsøkonomiske kalkuler kan overføres til frugtavl. Samlet set vil det fra et dyrknings- og miljømæssigt synspunkt være optimalt med ugentlig vanding og humlesneglebælg eller rapshalm.

Problemer med musegnav på træernes rodhals skal dog løses, inden de alternative metoder kan bringes i anvendelse. Dertil kommer, at det ikke har været muligt at afdække problemstillingen omkring dækning af jorden og frostskafer under blomstring, idet lufttemperaturen i begge forsøgsår har været over frysepunktet i æbletræernes blomstringstid.

# 7 Perspektiver

## 7.1 Forskningsaspekter

Resultaterne har vist, at der er flere muligheder med hensyn til at forebygge ukrudt i træagtige rækkeafgrøder af æble ved at anvende dækning med materialer, der ikke reducerer væksten eller udbytte. En væsentlig problemstilling, der bør afklares, er, om gnavere under dækmaterialerne kan give anledning til problemer på længere sigt. En optimeret vandingsstrategi vil sandsynligvis kunne kompensere for konkurrencen fra dækafgrøder, og kvaliteten af frugterne kan opretholdes. Aspektet med vandingsintensitet i relation til dækafgrøder og dækning har, så vidt vides, ikke været behandlet i litteraturen tidligere. Aspekter af vandingsintensitet som risiko for udvaskning af næringsstoffer ved høj i forhold til ved lav vandingsintensitet bør undersøges nærmere.

Ud fra et miljømæssigt synspunkt er der perspektiver i at anvende rapshalm som alternativ til herbicider, da dette medvirker til en forøget regnormemængde og biodiversitet. Alternativet, hvor der anvendes humlesneglebælg, er også attraktivt ud fra miljømæssige synspunkter, da det sikrer en høj floristisk diversitet, en rimelig mængde regnorme, et stabilt miljø og blomstrende humlesneglebælg over en stor del af sæsonen til gavn for pollensamlende insekter, som bør undersøges nærmere. En vigtig forudsætning, for at en større floristisk diversitet kan accepteres, er dog, at den ikke konkurrerer med kulturplanter om vand og næringsstoffer og dermed forringer udbytte og kvalitet af frugterne.

Værdisætningsanalysen viste, at der kan være en vilje hos forbrugerne til at betale ekstra for ikke-herbicid-dyrkede æbler, men undersøgelsen bør suppleres med viden om, hvad indkøberne for supermarkederne prioriterer ved indkøb af æbler.

## 7.2 Administrative konsekvenser

På grund af det relativt kortvarige forsøg i en længerevarende kultur og på baggrund af de uafklarede problemstillinger omkring risiko for frostskafer og gnaverproblemer kan resultaterne ikke danne baggrund for at ændre administrativ praksis.





## 8 Referencer

Andersen, L. 2003. Græsset halverer træernes vækst. Grønt Miljø 3, 14-15.

Andersen, L. et al. 2003. Muligheder for forebyggelse og alternativ bekæmpelse inden for planteskoler. Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen 75, 85 pp.

Andersen, L. 2004. Field performance of *Quercus petraea* seedlings grown under competitive conditions: influence of prior undercutting at the seedbed. New Forests 28, 37-47.

Andersen, J. H, Jonassen, K.E.N., Poulsen, M.E. & Meyer, O. (2004): Pesticidrester i fødevarer 2003 – resultater fra den danske pesticidkontrol. Fødevaredirektoratet.

Atkinson, D. & White, G.C. 1999. Some effects of orchard soil management on the mineral nutrition of apple trees. Acta. Hort. 241-254.

Baerveldt, S. & Ascard, J. 1999. Effect of soil cover on weeds. Biol. Agr. Hort. 17, 101-111.

Belding, R.D., Majek, B.A., Lokaj, G.R.W., Hammerstedt, J. & Ayeni, A.O. 2004. Orchard floor management influence on summer annual weeds and young peach tree performance. Weed Technology 18, 215-222.

Bertelsen, M. & Christensen, J.V. 1993. Dækkulturer og dækplanter til frugtplantagen. SP-rapport, nr 9 1993. pp 71.

Bilalis, D, Sidira, N., Economou, G. & Vakali, C. 2003. Effect of different levels of wheat straw soil surface coverage on weed flora in *Vicia faba* crops. J. Agr. Crop. Sci. 189 (233-241).

Bohne, H., Bremer, A., Baldin, B. & Schluter, D. 2005. Wie werden Wachtstumsparameter von Geholzen auf unterschiedlichen Standorten durch das Verschulen beeinflusst? Erwerbsobstbau 47, 87-91.

Brander, P.E., Noye, G., Rasmussen, A.N., Leonhard, B. & Sivertsen, H. (1998) Rapport for projektet: Bistand til udvalgsarbejdet til vurdering af de samlede konsekvenser af en afvikling af pesticidanvendelsen.

Daugaard, H. 2004. Driftsanalyse for den danske erhvervsproduktion af æbler og pærer 2003. Frugt og Grønt Rådgivningen, Frugt og bær sektionen.

Deckers, T., Schoofs, H. Daemen, E. & Missotten, C. 2001. Effect of long term soil and leaf nitrogen applications to apple cv. Jonagold and Boskoop on NMIN in the soil and on leaf and fruit quality. Acta Hort., 564, 269-278.

- Faul, F. & Erdfelder, E. (1992) GPOWER: A priori, post-hoc, and compromise power analyses for MS-DOS [computer program]. Bonn, Germany: Bonn University, Dept. of Psychology.
- Freeman, A. M. (1993): The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods. Resources for the Future, Washington DC, USA.
- Granatstein, D. Mullinix, K., Kirby, E. & Brockington, M. 2005. Integrated multiple mulch trial. Progress report: Organic Cropping research for the Northwest. Wash. State. Uni. Tree Fruit Res. & Ext. ([http://organic.tfrec.wsu.edu/OrganicIFP/OrchardFloorManagement/IMM\\_Progress\\_Report\\_2005.pdf](http://organic.tfrec.wsu.edu/OrganicIFP/OrchardFloorManagement/IMM_Progress_Report_2005.pdf)).
- Green, D.S., Kruger, E.L. & Stanosz, G.R. (2003). Effects of polyethylene mulch in a short-rotation, poplar plantation vary with weed-control strategies, site quality and clone. *Forest Ecology and Management* 173, 251-260.
- Have, H. 2005. Automatisk juletræsslugemaskine – konkurrencedygtigheden i forhold til andre metoder. Notat, KVL.
- Have, H., Blackmore, S.B., Keller, B., Fountas, S., Nielsen, H. & Theilby, F. (2002): Development of an autonomous Christmas tree weeder – a feasibility study. Pesticide Research No. 59. Danish Environmental Agency.
- Have, H., Nielsen, J., Blackmore, S.B. & Theilby, F. (2005): Autonomous weeder for Christmas trees – Basic development and tests. - Pesticides Research No. 97, Danish Environment Protection Agency. ([http://www.mst.dk/homepage/default.asp?Sub=http://www.mst.dk/udgiv/publications/2005/87-7614-868-8/html/default\\_eng.htm](http://www.mst.dk/homepage/default.asp?Sub=http://www.mst.dk/udgiv/publications/2005/87-7614-868-8/html/default_eng.htm)).
- Haynes, R.J. 1981. Some observations on the effect of grassing-down, nitrogen fertilisation and irrigation on the growth, leaf nutrient content and fruit quality of young Golden Delicious apple trees. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 32, 1005-1013.
- Haynes, R. J. & Goh, K.M. 1980. Some effects of orchard soil management on sward composition, levels of available nutrients in the soil, and leaf nutrient content of mature 'Golden Delicious' apple trees. *Scientia Horticulturae* 13, 15-25.
- Haywood, J.D. 1999. Durability of selected mulches, their ability to control weeds, and influence growth of loblolly pine seedlings. *New For.* 18, 263-276.
- Hänninen, K.S. 1998. Effects of clovers as vegetative ground cover on the growth of red birch in nursery field production. *J. Hort. Sci. & Biotech.* 73, 393-398.
- Håndbog for frugtavl 2004. Frugt og Grøntrådgivningen.
- Kolbe, W. 1987. Einfluss verschiedener Bodenfliegenmassnahmen auf Apfelertag, Fruchtqualität und Krankheitsbefall in Dauerversuch Höfchen (1961-1986). *Erwebobstbau* 29, 39-51.

Kühn, B.F., Bertelsen, M. & Andersen, L. Fertigation of 'Pigeon' apples (*Malus domestica* Borkh). I. Influence of N-fertigation and width of herbicide strip on nutrient content in leaf dry matter, vegetative growth, flower cluster production, fruit set and yield (Submitted).

Larsson, L., Gunnarsson, K. & Schroeder, H. 1997. Marktäckning i trädgårdsodling. Jordbruksinformation 5.

Lee, K.E. 1985. Earthworms, their Ecology and Relationships with Soils and Land Use. 411 s. Academic Press Australia. ISBN 0124408605.

Lindhard Pedersen H. 1999. Alternative all'uso degli erbicidi per il controllo delle erbe infestanti nel meleto. (Alternatives to herbicides in controlling weed in apples). Rivista di Frutticoltura e di ortofloricoltura. Vol, LXI, 10, 81-83.

Lindhard, H. et al., 2003. Vurdering af muligheder for forebyggelse og alternativ bekæmpelse i frugt og bær. Incl. eng. summary. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen 38, 131 pp. <http://www.mst.dk/udgiv/Publikationer/2003/87-7972-902-9/html>.

Looman, B. 1999. Onkruid in de Boomkwekerij. Boomteeltpraktijkonderzoek, Boskoop. ISBN 90-802469-8-0.

Marschner, H. 1997. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press London.

Marsch. K.B., Daly, M.J. & McCarthy, T.P. 1996. The effect of understorey management on soil fertility, tree nutrition, fruit production and apple fruit quality. Biol. Agr. Hort. 13, 161-173.

Melander, B., Korsgaard, M., & Willumsen, J. 1999. Results and experiences with weed control in organic outdoor vegetables. DJF Rapport Markbrug 10, 85-95.

Mitchell, R.C. & Carson, R.T. (1989): Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method. Resources for the Future, Washington D.C., USA.

Odderskær, P. m.fl. (in press). Ukrudtsstriglingens effekter på dyr, planter og ressourceforbrug. Rapport fra Miljøstyrelsen nr. xxx.

Pedersen, S.M., Fountas, S., Have, H. & Blackmore, B.S. 2005. Agricultural robots – an economic feasibility study. Paper at the 5<sup>th</sup> European Conference of Precision Farming, Upsala, Sweden.

Schou, J.S., Andreasen, C., Hald, A.B., Hasler, B., Kaltoft P. & Vetter, H. 2003. Værdisætning af pesticidanvendelsens natur- og miljøeffekter. Rapport i Miljøstyrelsens Pesticidforskningsserie, p. 40.

Schou, J.S., Andreasen, C., Hald, A.B., Hasler, B., Kaltoft P. & Vetter, H. 2003. Værdisætning af pesticidanvendelsens natur- og miljøeffekter. Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen nr. 72, 2003.

Teasdale, J.R., Beste, C.E. & Potts, W.E. 1991. Response of weeds to tillage and cover crop residue. *Weed Science* 39, 195-199.

Teasdale, J.R. & Mohler, C.L. 1993. Light transmittance, soil temperature, and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. *Agronomy Journal* 85, 673-680.

Varga, P. & Májer, J. 2004. The use of organic wastes for soil-covering of vineyards. *Acta Hort.* 652, 191-197.

Ørum, J. E. & Christensen, J. 2003. Produktionsøkonomiske analyser af mulighederne for en reduceret pesticidanvendelse i dansk gartneri. FØI.

# Spørgeskema

Spørgeskema

## Holdninger til og forbrug af frugt og grønt

**Kontaktpersoner:**

Thomas Lundhede

Jesper S. Schou

Danmarks Miljøundersøgelser

Version D

Tlf. 46 30 18 94

# Vejledning til udfyldelse af spørgeskemaet

Dette spørgeskema omhandler holdninger og forbrug af frugt og grønt. I det efterfølgende stilles en række spørgsmål vedr. din husstands forbrug af frugt og grønt. Vi vil bede dig om, at du selv personligt udfylder spørgeskemaet og ikke overlader dette til andre personer i din husstand.

## Sådan retter du et forkert svar

Hvis du ved en fejl sætter kryds i en forkert boks, bedes du rette det ved at overstrege den forkerte boks og sætte et kryds i den rigtige boks.

Eksempel:

Er du

mand? .....

kvinde? .....

## Spørgsmål og kommentarer

På den sidste side er der plads til at give yderligere oplysninger eller til at komme med kommentarer til spørgeskemaet. Har du spørgsmål eller brug for vejledning, når du udfylder skemaet, er du velkommen til at kontakte Thomas Lundhede på tlf. 46 30 18 94.

Endelig skal vi gøre opmærksom på, at de oplysninger, som du giver i spørgeskemaet, kun vil blive anvendt i forskningsøjemed og på ingen måde blive overdraget til andre. Vi vil med andre ord understrege, at din besvarelse behandles anonymt.

1. **Hvor ofte køber din husstand frugt og grønt?**

(Sæt ét kryds)

- Køber stort set aldrig frugt og grønt .....  →  
*gå da videre til spm. 7*
- 1 til 2 gange om ugen .....
- 3 til 4 gange om ugen .....
- Mere end 4 gange om ugen .....

2. **Hvor mange kr. om ugen bruger din husstand på frugt og grønt?**

(Sæt ét kryds)

- 0-50 kr .....
- 51-100 kr. ....
- 101-150 kr .....
- Mere end 150 kr.....

3. **Hvor stort vil du anslå at din husstands forbrug af frugt og grønt er?**

(Sæt ét kryds)

- Intet forbrug.....
- Lavt forbrug.....
- Mellem forbrug .....
- Højt forbrug.....

4. **Er du den i husstanden der primært foretager indkøbet af frugt og grønt?**

(Sæt ét kryds)

- Ja .....
- Nej .....

5. **Lægger du vægt på om dit indkøb af frugt og grønt er dyrket i Danmark?**

(Sæt ét kryds)

- Ja .....
- Nej .....  →  
*gå da videre til spm. 7*

**6. Hvorfor lægger du vægt på om det er dyrket i Danmark?**

*(Sæt gerne flere krydser)*

- Jeg tror frugt dyrket i Danmark er sundere end udenlandsk.....
- Jeg synes at dansk frugt og grønt smager bedre .....
- Jeg vil gerne støtte danske avlere frem for udenlandske.....
- Jeg tror danske avlere anvender færre sprøjtemidler end  
udenlandske avlere .....
- Andet .....
- hvis du svarede "Andet", skriv da venligst hvad: .....

**7. Hvad påvirker husstandens frugt- og grøntindkøb?**

*(Sæt gerne flere krydser)*

- Vi dyrker selv frugt og grønt .....
- En eller flere i husstanden bryder sig ikke om frugt og grønt.....
- Indkøbet er ikke påvirket af noget særligt .....
- Sæsonen/udbuddet af frugt og grønt.....
- Andet .....
- hvis du svarede "Andet", skriv da venligst hvad: .....

**8. Hvor ofte læser du varedeklarationen før du køber fødevarer?**

*(Sæt ét kryds)*

- Aldrig .....
- Af og til .....
- Ofte .....
- Altid .....



9. Hvad er din holdning til følgende udsagn?

	<i>Enig</i>	<i>Delvis enig</i>	<i>Uenig</i>	<i>Ved ikke</i>
Frugt og grønt, som det sædvanligvis dyrkes, er med til at øge min generelle sundhed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brugen af <i>sprøjtemidler</i> kan være skadelig for miljøet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brugen af <i>gødning</i> kan være skadelig for miljøet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der kan findes rester af sprøjtemidler i frugt og grønt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Det er nødvendigt at anvende gødning i forbindelse med dyrkning af frugt og grønt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Det er nødvendigt at anvende sprøjtemidler i forbindelse med dyrkning af frugt og grønt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jeg ville foretrække frugt og grønt produceret ved brug af <i>færre</i> sprøjtemidler end i dag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jeg kontrollerer altid oprindelsesland når jeg køber frugt og grønt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jeg ville foretrække frugt og grønt produceret <i>uden</i> sprøjtemidler overhovedet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# Læs venligst følgende tekst grundigt inden du besvarer de næste spørgsmål

Æbler fra danske æbleplantager bliver normalt dyrket ved brug af sprøjtemidler til bekæmpelse af både ukrudt, svampe og insekter. Der findes metoder, hvor man reducerer mængden af sprøjtemidler, bl.a. ved at dyrke æblerne uden brug af sprøjtemidler mod ukrudt.

Forstil dig nu, at næste gang, der skal købes æbler til din husstand, får du muligheden for at vælge æbler dyrket uden brug af ukrudtsmidler. *I æbleplantagen sprøjtes der dog stadigvæk mod angreb af svampe og insekter, og der er således ikke tale om økologiske æbler.* Reduktionen af sprøjtemidler har derfor ingen sundhedsmæssig effekt for den der spiser æblet.

Hverken smag eller udseende af æblet påvirkes af, at der ikke sprøjtes for ukrudt, men det naturligt forekommende dyre- og planteliv påvirkes positivt, primært i og omkring æbleplantagen.

Angiv herunder hvor meget, du er villig til at betale ekstra for æbler dyrket uden ukrudtsmidler, når du ved, at et kg almindeligt dyrkede æbler typisk koster 10 kr. (Angiv "0" kr. hvis du ikke er villig til at betale noget ekstra)

Erfaringer har vist, at mange har tendens til at overvurdere, hvad de er villige til at betale. Overvej derfor grundigt hvad du reelt vil være villig til at betale. Husk at beløbet du anfører, vil påvirke dit rådighedsbeløb til andet forbrug.

10. Er du villig til at betale følgende beløb ekstra pr. kg. æbler? (sæt venligst ét kryds ud for *hvert* beløb)

	Ja, helt sikkert	Ja, næsten sikkert	Ved ikke	Nej, nok ikke	Nej, bestemt ikke
0 kr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 kr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 kr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 kr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 kr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 kr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 kr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15 kr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvis du ikke vil betale ekstra gå da videre til spm. 12 →

11. Hvorfor vil du gerne betale ekstra for æbler dyrket uden brug af ukrudtsmidler?

(Angiv vigtigste og næst vigtigste grund)

(Sæt 1 x) (Sæt 1 x)  
Vigtigste

Næst

		<i>vigtigste</i>
Jeg vil gerne støtte en god sag.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ved at undlade brugen af ukrudtsmidler forbedres vilkårene i naturen for dyr og vilde planter.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jeg tror på at æbler, dyrket uden ukrudtsmidler, er sundere at spise.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andre ting påvirkes også af den ændrede brug, f.eks. kvaliteten af vores drikkevand .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andet _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gå herefter videre til spm. 13 →

12. Hvorfor vil du **IKKE** betale ekstra for æbler dyrket uden ukrudtsmidler?

(Angiv vigtigste og næst vigtigste grund)

(Sæt 1 x) (Sæt 1 x)  
Vigtigste Næst  
vigtigste

Så længe der stadig sprøjtes for svampe og insekter vil jeg ikke betale ekstra .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jeg tror ikke på at æblerne vil blive dyrket uden brug af ukrudtsmidler.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Det var for svært at svare på .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jeg vidste ikke, hvad jeg ville betale .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Jeg tror ikke på at æbler, dyrket uden ukrudtsmidler, er  
sundere at spise.....    
Andet .....

13. **Køber din husstand økologisk frugt og grønt?**

(Sæt ét kryds)

Ja .....   
Nej .....  →  
gå da videre til spm. 16

14. **Hvor meget af hustrandens indkøb af frugt og grønt er økologisk?**

(Sæt ét kryds på nedenstående skala)

1       2       3       4       5   
←-----→  
Næsten intet    Under halvdelen    Ca. halvdelen    Over halvdelen    Stort set alt

15. **Hvorfor køber din husstand økologisk frugt og grønt?**

(Sæt gerne flere krydser)

Jeg mener økologiske frugt og grønt er sundere end andet frugt og  
grønt .....   
Ved at købe økologisk frugt og grønt hjælper jeg miljøet .....   
Jeg synes det smager bedre.....   
Jeg vil gerne støtte den økologiske sag .....   
Andet .....   
- hvis du svarede "Andet", skriv da venligst hvad: .....

gå herefter til spm. 17 →

16. Hvorfor køber din husstand IKKE økologisk frugt og grønt?

*(Sæt gerne flere krydser)*

- Jeg tror generelt ikke på den økologiske tankegang .....
- Økologisk frugt og grønt smager ikke bedre .....
- Økologiske produkter ser ikke så indbydende ud som almindelig frugt og grønt .....
- Jeg tror ikke på at økologisk frugt og grønt er sundere .....
- Det har ingen betydning for miljøet .....
- Økologisk frugt og grønt er for dyrt i forhold til almindelig frugt og grønt .....
- Andet .....
- hvis du svarede ”Andet”, skriv da venligst hvad: .....
- .....

Som afslutning vil vi gerne stille nogle uddybende spørgsmål om dig selv. Disse oplysninger vil gøre os i stand til bedre at kunne sammenligne forskellige befolkningsgruppers holdninger til de foregående spørgsmål. Oplysningerne skal tillige sikre, at besvarelsenerne dækker et bredt udsnit af den danske befolkning.

17. I hvilket årstal er du født? 19 \_\_\_\_

18. Er du

(Sæt x)

Mand?.....

Kvinde?.....

19. Hvor mange personer består din husstand af?

Antal voksne: \_\_\_\_ (dig selv medregnet)

Antal børn: \_\_\_\_ (under 18 år)

20. Hvad er din civile stand?

(sæt x)

Gift eller samlevende.....

Ugift, single, separeret eller skilt.....

Enke eller enkemand .....

Bor hjemme hos en eller begge forældre.....

21. Hvad er din og din eventuelle ægtefælle/samlevers højeste uddannelse?

Dig selv  
Ægtefæl.  
/samlever

*Afsluttede eller evt. igangværende uddannelse* (Sæt 1 x) (Sæt 1 x)

Folkeskole, Mellemskole, Realskole.....

Erhvervsfaglig uddannelse.....

Gymnasial uddannelse (inkl. HF, HH, HTX mv.).....

Kort videregående uddannelse (1 – 2 år) .....

Mellemlang videregående uddannelse (3 – 4 år) .....

Lang videregående uddannelse (mere end 4 år).....

Anden uddannelse.....

- angiv hvilken: \_\_\_\_\_

22. Hvilken hovedbeskæftigelse har du og din eventuelle ægtefælle/samlever?

Dig selv    Ægtefæl.  
                  /samlever  
(Sæt 1 x) (Sæt 1

- x)
- |  |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|
| Landmand / medarbejdende ægtefælle.....                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Anden selvstændig erhvervsdrivende/medarbejdende ægtefælle ..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Offentlig ansat.....   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Privat ansat .....   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Arbejdsløs .....   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Under uddannelse .....   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Efterlønsmodtager, pensionist, førtidspensionist.....            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Anden beskæftigelse.....   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
- angiv hvilken: \_\_\_\_\_

23. Hvad er din husstands samlede årlige indkomst før skat?

- |                           |                          |                              |                          |
|---------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Under 100.000 kr.....     | <input type="checkbox"/> | 500.000 – 599.999 kr.....    | <input type="checkbox"/> |
| 100.000 – 199.999 kr..... | <input type="checkbox"/> | 600.000 – 699.999 kr.....    | <input type="checkbox"/> |
| 200.000 – 299.999 kr..... | <input type="checkbox"/> | 700.000 – 799.999 kr.....    | <input type="checkbox"/> |
| 300.000 – 399.999 kr..... | <input type="checkbox"/> | 800.000 kr. eller mere ..... | <input type="checkbox"/> |
| 400.000 – 499.999 kr..... | <input type="checkbox"/> |                              |                          |

24. Hvad er din egen årlige indkomst før skat?

- |                           |                          |                              |                          |
|---------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Under 50.000 kr.....      | <input type="checkbox"/> | 250.000 – 299.999 kr.....    | <input type="checkbox"/> |
| 50.000 – 99.999 kr.....   | <input type="checkbox"/> | 300.000 – 349.999 kr.....    | <input type="checkbox"/> |
| 100.000 – 149.999 kr..... | <input type="checkbox"/> | 350.000 – 399.999 kr.....    | <input type="checkbox"/> |
| 150.000 – 199.999 kr..... | <input type="checkbox"/> | 400.000 kr. eller mere ..... | <input type="checkbox"/> |
| 200.000 – 249.999 kr..... | <input type="checkbox"/> |                              |                          |

25. Er du medlem af en forening der har til formål at beskytte miljøet?

(Sæt 1 x)

- Ja.....
- Nej.....
- Angiv evt. hvilke(n)\_\_\_\_\_

Når du har besvaret spørgeskemaet, bedes du venligst sende det i vedlagte svarkuvert (porto er betalt). Hvis der er spørgsmål, som du ønsker vejledning til, er du velkommen til at kontakte Thomas Lundhede på tlf. 46 30 18 94.

**Eventuelle kommentarer eller uddybninger kan du skrive her:**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

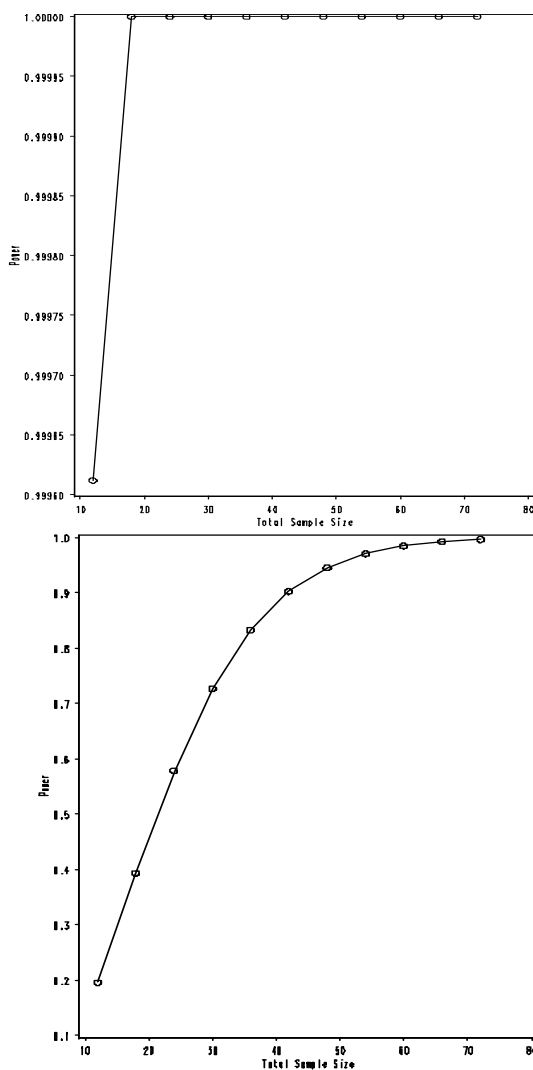
---

**Tak for din hjælp!**



# Styrkeberegninger

For at tjekke om prøvetagningsdesignet anvendt i 2004 gav tilstrækkelig statistisk styrke, blev der på baggrund af data indsamlet i 2004 udført post hoc-styrkeberegninger for antal plantearter og regnormevådvægt. Til det formål blev anvendt proceduren GLMPOWER i SAS. Resultatet af styrkeberegningerne for forskellige prøvestørrelser kan ses i Figur 1. Styrken for de fundne effekter i 2004 var for antal plantearter  $>0,999$  og for regnormevådvægt  $0,945$  med det anvendte design (48 prøver i alt), og vi så derfor ingen grund til at øge prøveantallet, heller ikke selv om effektstørrelserne måske ville blive mindre i 2005.



Figur II-1. Grafisk fremstilling af post hoc-styrkeanalyse for antal plantearter (venstre) og regnormevådvægt (højre) på baggrund af data for 2004. Kurven viser styrken af designet som funktion af den totale prøvestørrelse.

## Supplerende data af udbytte og frugtstørrelse

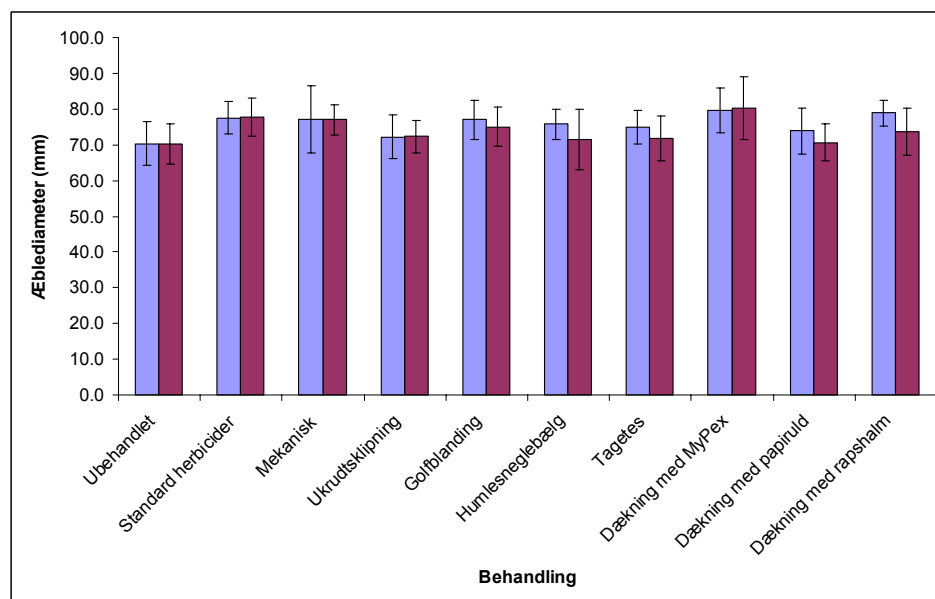


Fig. III-1. Diameter af æble (gns. og standardafvigelse) i relation til behandling og vandingsmængde (daglig blå; ugentlig rød) i 2004.

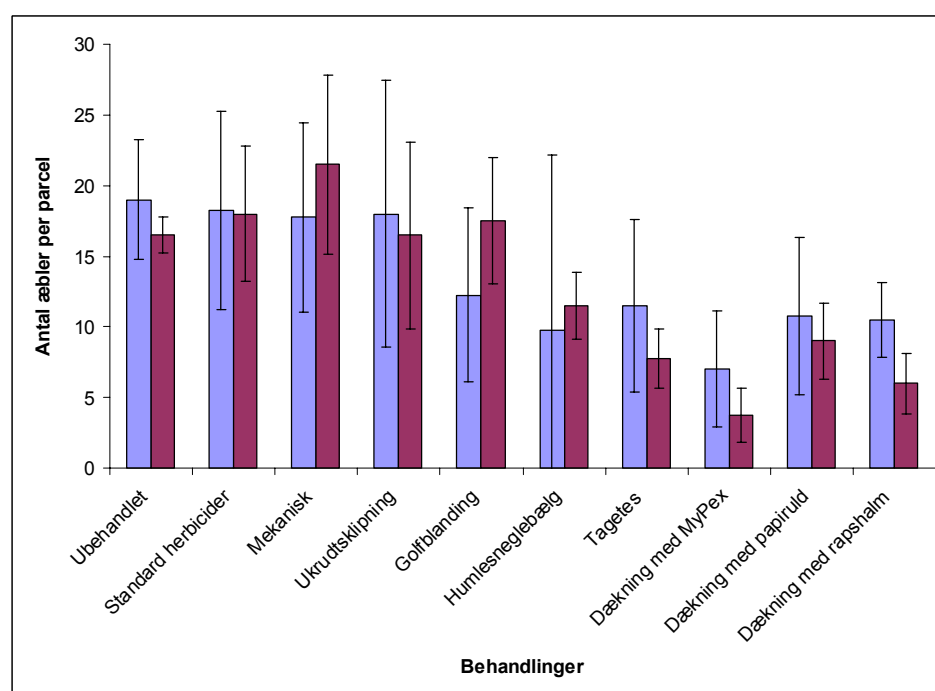


Fig. III-2. Antal æbler (gns. og standardafvigelse) per parcel (18 træer) i relation til behandling og vandingsintensitet (daglig blå; ugentlig rød) i 2004.



## Ukrudtsarter i behandlingerne

Figur IV-1. Den gennemsnitlige procentuelle dækning af de fundne arter i de forskellige behandlinger mod ukrudt i æbleplantning og ubehandlet kontrol med daglig vandning som vandingemetode.

	Ubehandlet		Herbicid		Mekanisk renset		Humlesneglebælg		Papiruld		Rapshalm	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Agerpadderok	2,3	1,3							10,7	9,4	1,0	4,2
Agerpersigel							0,5					
Agerstedmoder	3,4	3,6										
Agersvinemælk	22,1		1,8		1,0		1,6			6,0		0,8
Agertidse	1,0	9,6			0,3		0,8		2,1	9,4		3,1
Almindelig brandbæger	0,3											
Almindelig hvene	13,3	62,5		0,3	0,5		16,7					0,52
Almindelig hønsetarm	0,8	9,4		0,5	0,3		0,3					
Almindelig rajgræs	0,3						1,0					
Almindelig rapgræs		12,5										
Almindelig røllike										26,6		3,4
Almindelig svinemælk							42,2			3,1		
Bleg pileurt	2,6				0,3		0,3		0,3	9,4		
Blød hejre												
Burresnerre	0,8	2,3	1,0				2,3		0,3	0,3		
Byg							0,3					
Canadisk bakkestjerne	0,3	0,3										

	Ubehandlet		Herbicide		Mekanisk rensning		Humlesneglebælg		Papiruld		Rapshalm	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Engras		1,8					3,9		0,5			
Enårig rapgræs	2,1	4,9			0,5	1,8	12,5	1,6		3,9		2,3
Fuglegræs	4,4	3,9				0,5	0,8	3,1		0,3		1,6
Glat dueurt				3,1						0,8		0,3
Glat vejbred		0,5					1,8	1,6				0,3
Gold hejre												
Gåsemad	2,1						1,3			1,6		1,0
Humlesneglebælg						0,0	85,7	53,6				
Hvid kløver								1,3				
Hvidmelet gåsefod	11,2				0,3	1,3	2,3	0,5	0,5	2,1		
Hyrdetaske	36,5			0,3	0,8	0,3	7,0					
Kamille (lugtløs/skive)	3,6						0,5					
Kruset skræppe								2,6				
Kvikgræs	0,8	0,5			1,3	0,3	0,8	0,3	0,3	3,1		13,0
Liden tvetand												
Lådden dueurt		0,5										
Markforglemmigej												
Markhanekro							0,5					
Markærenpris	1,3	0,3					0,5					
Mælkebøtte	3,9	9,6		0,3			2,1	7,8	1,3	23,2	0,3	9,4
Pengeurt	0,3											
Ranunkel												
Rapgræs	2,6	10,9					1,3	0,5				
Raps				0,0								
Rosetkarse				0,0							0,3	
Rævehale		0,5		1,6				0,5				

	Ubehandlet		Herbicide		Mekanisk rensning		Humlesneglebølge		Papiruld		Rapshalm	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Rød svingel												
Rød tvetand	0,5	1,3				0,3	2,6	1,3				
Rødkløver								1,6		1,8		0,3
Skovforglemmigej	2,1	1,0						1,8				0,5
Skærmvortemælk	0,5							0,5				
Snerlepileurt	20,6	0,3				0,3	1,6				0,3	
Storkronet ærenpris	19,5	1,8		0,5	0,3		1,8	0,5		0,5		
Sumpevighedsblomst							0,5					
Svinemælde	0,3											
Tveskægget ærenpris												
Vejpileurt	47,4			0,3						0,3		
Vårbrandbæger										0,3		
Rapshalm				0,0							97,7	0,5
Papiruld									83,9	16,4		62,0
Jord	4,4		31,8	52,4	89,1	83,7	0,3	1,8				
Død vegetation*	0,0		66,9	39,0	7,3	9,8						
Antal arter	29	22	1	9	6	11	27	25	7	18	4	15

\*En meget stor del af det der blev registreret som død vegetation i de herbicidebehandlede prøvefelter bestod af død rosetkarse.

Figur IV-2. Den gennemsnitlige procentuelle dækning af de fundne arter i de forskellige behandlinger mod ukrudt i æbleplantning og ubehandlet kontrol med ugentlig vanding som vandingemetode.

	Ubehandlet		Herbicide		Mekanisk rensning		Humlesneglebælg		Papiruld		Rapshalm	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Agerpadderok									1,3	2,1		
Agerpergel	0,3	1,3										
Agerstedmoder	25,5	10,2	0,8									
Agersvinemælk	20,8	0,5			0,5		4,7			1,8		0,3
Agertiðsel		0,8					0,8			1,8		1,6
Almindelig brandbæger										0,5		
Almindelig hvene		1,3			0,8					0,8		
Almindelig hønsetarm	3,9	38,8					1,8			2,9		
Almindelig rajgræs		0,0										
Almindelig rapgræs		9,4					2,6			13,5		
Almindelig røllike												
Almindelig svinemælk												
Bleg pileurt	2,3								0,8	11,7		
Blød hejre									0,5		0,5	
Burresnerre										2,1		
Byg	2,6	0,3							0,3	1,0		0,3
Canadisk bakkestjerne		2,3										
Engrapgræs	0,5	1,6										
Enårig rapgræs	23,4	30,7			0,3	1,8				1,0		
Fuglegræs	3,6	6,0					0,3			12,5		
Glat dueurt		1,6										0,8
Glat vejbred	10,7	8,1								0,5		
Gold hejre												
Gåsemad	2,1									0,3		12,5



	Ubehandlet		Herbicide		Mekanisk rensning		Humlesneglebælg		Papiruld		Rapskalm	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Humlesneglebælg							79,2	78,4				
Hvid kløver		0,3						2,3				
Hvidmelet gåsefod	25,5						4,7	0,8	0,8	0,8		
Hyrdetaske	2,1						4,2	0,8				
Kamille (lugtløs/skive)	1,6						0,5	1,3				
Kruset skræppe												
Kvikgræs	2,1	11,2					1,0	4,4	0,3	13,5	1,0	14,1
Liden tvetand	0,8	0,5										
Lådden dueurt												
Markforglemmigej	2,1											
Markhanekro	1,8						0,5					
Markærenpris	2,6	1,6					0,5					
Mælkebøtte	0,5	4,4					0,3	0,8	2,1	25,0		2,9
Pengeurt	0,5											
Ranunkel		0,3										
Rapgræs												
Raps											1,6	
Rosetkarse								1,0		3,9		
Rævehale		4,7								0,3		
Rød svingel												
Rød tvetand	9,1	2,6		0,5			1,6		0,3	1,8		
Rødkløver												
Skovforglemmigej		3,4										
Skærmvortemælk												
Snerlepleurt	17,7						1,3		1,3			
Storkronet ærenpris	14,6	10,9		0,3		2,3	0,3	0,5		0,5		

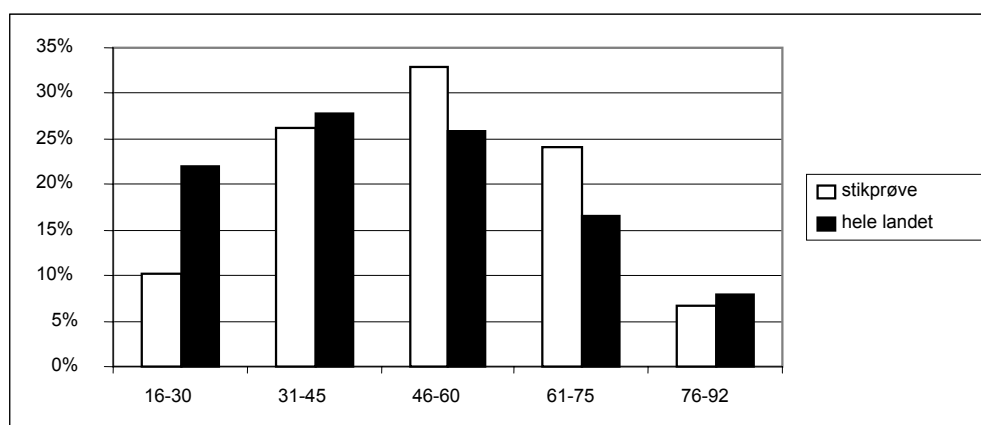
	Ubehandlet		Herbicide		Mekanisk rensning		Humlesneglebæg		Papiruld		Rapshalm	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Sumpevighedsblomst												
Svinemælde	0,5											
Tveskægget ærenpris												
Vejpileurt					27,9		1,3			0,3		
Vårbrandbæger												
Rapshalm											97,4	68,0
Papiruld										91,7	18,2	
Jord	1,3		59,6	38,4	94,3	96,4	1,8					
Død vegetation*			38,8	61,6	4,4			12,8				
Antal arter	25	24	3	0	3	5	22	14	8	23	3	8

\* En meget stor del af det der blev registreret som død vegetation i de herbicidebehandlede prøvetæller bestod af død rosetkarse.

# Supplerende data fra velfærdsøkonomisk analyse

## Socioøkonomisk repræsentativitet

Tabel V-1, V-2 og V-3 samt figur V-1 og V-2 angiver teststørrelser og figurer for henholdsvis alder, køn og indkomst i stikprøve og population.



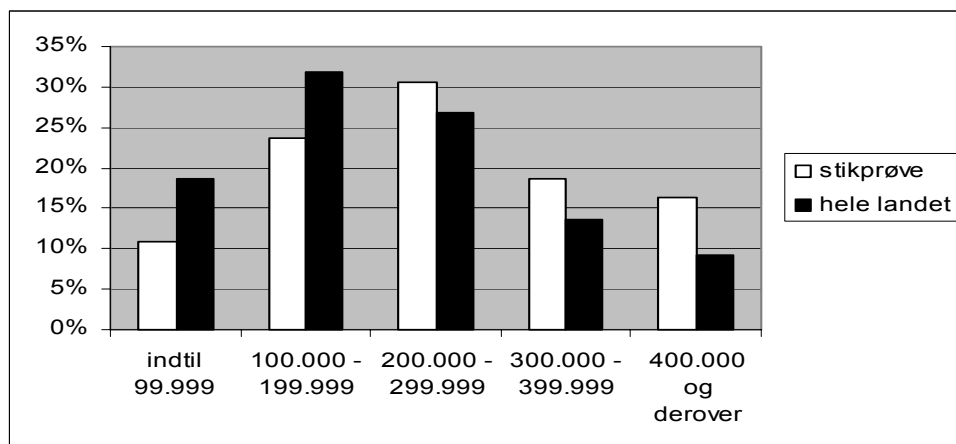
Figur V-1. Procentvis sammenhæng i alderssammensætningen mellem stikprøve og population.

Tabel V-1. Q-test for sammenhæng mellem aldersfordelingerne i stikprøve og population.

	hele landet	stikprøve	forventet værdi	q-værdi
16 - 30 år	953.582	144	314	199,76
31 - 45 år	1.198.258	373	394	1,19
46 - 60 år	1.119.706	467	368	20,89
61 - 75 år	711.370	342	234	34,14
76 - 92 år	340.996	96	112	2,72
Sum	4.323.912	1422		258,69
$\chi^2$ -værdi, 4 frihedsgrader				9,49

Tabel V-2. Q-test for sammenhæng mellem køn i stikprøve og population.

	stikprøve	hele landet	forventet værdi	q-værdi
Mand	687	2.677.292	704	0,40
Kvinde	735	2.734.113	718	0,37
Sum	1.422	5.411.405		0,77
$\chi^2$ -værdi, 1 frihedsgrad				3,84



Figur V-2. Procentvis sammenhæng i personindkomstfordelingerne mellem stikprøve og population.

Tabel V-3. Q-test for sammenhæng mellem indkomstfordelingerne i stikprøve og population.

	Hele landet	stikprøve	forventet værdi	q-værdi
indtil 99.999 kr	806.062	152	261	78,32
100.000 - 199.999 kr	1.383.377	333	448	39,79
200.000 - 299.999 kr	1.162.062	429	376	6,44
300.000 - 399.999 kr	592.426	261	192	18,29
400.000 kr og derover	396.540	231	128	45,53
sum	4.340.467	1.406		188,37
$\chi^2$ -værdi, 4 frihedsgrader				9,49