

# Modeller af pesticideksponeringer i danske frugtplantager og væksthuse samt værnemidlers effektivitet

Pia Sjelborg, Erik Kirknel, Kristian Kristensen, Klaus Påske & Bente Laursen

Institut for Plantebeskyttelse og Skadedyr  
Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet  
Aarhus 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

FORORD	5
SAMMENDRAG	7
SUMMARY	13
1 INDLEDNING	19
1.1 BAGGRUND	19
1.1.1 <i>Eksponeringsmodeller</i>	19
1.1.2 <i>Eksponering ved fyldning og udsprøjtning</i>	20
1.1.3 <i>Re-entry eksponering</i>	21
1.1.4 <i>Tranferkoefficienten</i>	22
1.1.5 <i>Beskyttelsesevnen for beskyttelsesbeklædning</i>	23
1.2 PROJEKTETS PROBLEMFORMULERING OG HYPOTESER	24
1.2.1 <i>Problemstilling</i>	24
1.2.2 <i>Formål og mål</i>	24
1.2.3 <i>Hvad mangler?</i>	25
1.2.4 <i>Hvad vil projektet søge svar på?</i>	25
1.2.5 <i>Hypoteser</i>	26
2 MATERIALER OG METODER	27
2.1 EKSPONERINGSMODELLER	27
2.2 MÅLING AF HUDEKSPONERING	27
2.3 UDVALGTE AKTIVE STOFFER	29
2.4 DEN PRAKTISKE UDFØRELSE AF FORSØGENE	30
2.4.1 <i>Aftaler</i>	30
2.4.2 <i>Beklædning</i>	30
2.4.3 <i>Scenarier i frugtavl</i>	32
2.4.4 <i>Scenarier i væksthuse</i>	32
2.4.5 <i>Udtagning til DFR</i>	32
2.4.6 <i>Bestemmelse af de samlede bladarealer til DFR</i>	33
2.4.7 <i>Udtagning af luftprøver</i>	34
2.4.8 <i>Emballering, transport og opbevaring af prøver</i>	34
2.5 KEMISK ANALYSE	35
2.5.1 <i>Kemikalier</i>	35
2.5.2 <i>Chromatografiske parametre</i>	36
2.5.3 <i>Analyse af beskytteshandsker</i>	37
2.5.4 <i>Analyse af bomuldshandsker og beklædningsprøvetyper</i>	37
2.5.5 <i>Analyse af blade</i>	37
2.5.6 <i>Analyse af partikelfiltre og polyuretanprop til gasanalyser fra luftanalyserne</i>	38
2.6 METODEVALIDERING	38
2.6.1 <i>Tilsætningsforsøg</i>	38
2.6.2 <i>Detektionsgrænser</i>	38
2.6.3 <i>Stabilitetsforsøg</i>	38
2.7 STATISTISK BEHANDLING AF RESULTATER	39
2.7.1 <i>Metode til sammenligninger af de enkelte prøvetyper</i>	40

<b>3</b>	<b>RESULTATER</b>	<b>43</b>
3.1	DATABEHANDLING AF RESULTATERNE	43
3.1.1	<i>Tilsætningsforsøg</i>	<b>44</b>
3.1.2	<i>Detektionsgrænser</i>	<b>44</b>
3.1.3	<i>Stabilitetsforsøg</i>	<b>44</b>
3.2	RESULTATER FRA FORSØG MED FYLDNING OG UDSPRØJTNING	45
3.2.1	<i>Frugtavl</i>	<b>45</b>
3.2.2	<i>Væksthuse</i>	<b>53</b>
3.3	RESULTATER FRA FORSØG MED RE-ENTRY	62
3.3.1	<i>Frugtavl</i>	<b>62</b>
3.3.2	<i>Væksthuse</i>	<b>70</b>
3.4	RESULTATER FRA LUFTANALYSERNE	78
3.5	SAMMENLIGNING AF DEN ANVENDTE BEKLÆDNING	78
3.5.1	<i>Data fra fyldning og udsprøjtning</i>	<b>78</b>
3.5.2	<i>Data fra re-entry</i>	<b>80</b>
<b>4</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>85</b>
4.1	GENERELT FOR ALLE FORSØGENE	85
4.1.1	<i>Sammenligning af vore resultater med tidligere resultater</i>	<b>85</b>
4.2	MODELLER FOR FYLDNING OG UDSPRØJTNING	87
4.2.1	<i>Frugtavl</i>	<b>87</b>
4.2.2	<i>Væksthuse</i>	<b>89</b>
4.3	MODELLER FOR RE-ENTRY	90
4.3.1	<i>Frugtavl</i>	<b>91</b>
4.3.2	<i>Væksthuse</i>	<b>93</b>
4.4	BEKLÆDNING VED UDSPRØJTNING OG FYLDNING	95
4.4.1	<i>Frugtavl</i>	<b>95</b>
4.4.2	<i>Væksthuse</i>	<b>97</b>
4.5	BEKLÆDNING VED RE-ENTRY	97
4.5.1	<i>Frugtavl</i>	<b>97</b>
4.5.2	<i>Væksthuse</i>	<b>98</b>
<b>5</b>	<b>KONKLUSIONER</b>	<b>99</b>
5.1	GENERELLE BEMÆRKNINGER	99
5.2	MODELLER FOR FYLDNING OG UDSPRØJTNING	100
5.2.1	<i>Frugtavl</i>	<b>100</b>
5.2.2	<i>Væksthuse</i>	<b>100</b>
5.3	MODELLER FOR RE-ENTRY	101
5.3.1	<i>Frugtavl</i>	<b>101</b>
5.3.2	<i>Væksthuse</i>	<b>101</b>
5.4	BEKLÆDNING VED FYLDNING OG UDSPRØJTNING	102
5.4.1	<i>Frugtavl</i>	<b>102</b>
5.4.2	<i>Væksthuse</i>	<b>103</b>
5.5	BEKLÆDNING VED RE-ENTRY	104
5.5.1	<i>Frugtavl</i>	<b>104</b>
5.5.2	<i>Væksthuse</i>	<b>104</b>
<b>6</b>	<b>PERSPEKTIVERING</b>	<b>105</b>
6.1	ADMINISTRATIV	105
6.2	FORSKNINGSMÆSSIG	106
	<b>LITTERATUR</b>	<b>109</b>
	<b>Bilag A</b>	

# Forord

I sommeren 2001 indkaldte Miljøministeriet til ansøgninger om tilskud til bekæmpelsesmiddelforskning i 2002-2004.

Institut for Plantebeskyttelse og Skadedyr ved Århus Universitet indsendte en ansøgning med titlen "Modellering af pesticideksponering ved udsprøjtning samt re-entry i væksthuse og i frugtplantager, samt undersøgelser af værnemidlers effektivitet". Projektet blev bevilliget med projektstart i maj 2002.

Alle undersøgelserne er gennemført under praktiske forhold. Da forsøgsværterne blev lovet anonymitet i publikationen, kan vi desværre ikke takke den enkelte forsøgsvært ved navns nævnelse. Alle bringes hermed en stor tak for deres medvirken, uden deres velvilje kunne dette projekt ikke være gennemført.

En speciel tak til:

Jesper Bo Nielsen, Institut for Sundhedstjenesteforskning, Syddansk Universitet  
Jesper Lund-Larsen, Faglig Fælles Forbund 3 F  
Kirsten Friis, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret  
Susanne Hougaard, Miljøstyrelsen  
Thomas Schneider, Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø for god, faglig og konstruktiv kritik.

En særlig tak til Sonja Graugaard, Institut for Plantebeskyttelse og Skadedyr, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet ved Aarhus Universitet for grundig redaktionel assistance og til tidligere kollegaer Marianne Svanvig og Lisbeth Høegh.

Følgegruppen for pesticidforskningsprojekter under indsatsområdet "Arbejdsmiljø & Pesticider" har i dag følgende sammensætning:

Anita Fjelsted, Miljøstyrelsen  
Jesper Lund-Larsen, Fagligt Fælles Forbund 3 F  
Jørgen Eilenberg, Institut for økologi, Københavns Universitet  
Jørn Kirkegaard, Miljøstyrelsen  
Kirsten Friis, Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret  
Susanne Hougaard, Miljøstyrelsen  
Thomas Schneider, Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø

Projektdeltagere::

Pia Sjelborg, projektleder, Institut for Plantebeskyttelse og Skadedyr, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet  
Erik Kirknel, konsulent, Kirknel Consult  
Kristian Kristensen, Institut for Plantebeskyttelse og Skadedyr, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet  
Klaus Påske, Institut for Plantebeskyttelse og Skadedyr, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet

Bente Laursen; Institut for Plantebeskyttelse og Skadedyr, Det  
Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet

# Sammendrag

## Problemstilling

Registreringsproceduren for pesticider i Danmark foretages af Miljøstyrelsen. Ved den tilhørende risikovurdering af pesticiders anvendelse, har man brug for "eksponeringsmodeller", dvs. talmæssige udtryk for i hvilken grad man kommer i berøring med pesticider, når man arbejder enten i væksthuse eller frugtplantager.

De arbejdsgange man især er interesseret i at undersøge, er fyldning af sprøjtetank med pesticider og efterfølgende udsprøjtning, samt i hvilken grad væksthuse- og frugtavlssarbejderne kommer i kontakt med pesticider, når der efterfølgende arbejdes i den nyligt sprøjtede afgrøde, også kaldet "re-entry".

Endvidere savnes oplysninger om, hvor godt beskyttelsesbeklædningen og almindelig arbejdsbeklædning beskytter medarbejderne i disse arbejdsgange.

## Formål og mål

Formålet med at gennemføre undersøgelserne er at give Miljøstyrelsen et redskab til anvendelse i registreringen af pesticider i Danmark.

Målet med gennemførelsen af projektet er:

- at frembringe danske modeller af pesticideksponeringen af arbejdere, som udfører sprøjtearbejde og herefter arbejder med de behandlede kulturer/afgrøder i frugtavl og i væksthuse.
- at fremskaffe danske data for værnemidlernes effektivitet under disse arbejdsfunktioner

## Hvad mangler

Der mangler således realistiske eksponeringsmodeller for danske frugtavlss- samt væksthusearbejdere under arbejdet med pesticider.

Der mangler ligeledes realistiske data for hvorledes almindelig arbejdsbeklædning samt speciel beskyttelsesbeklædning beskytter danske frugtavlss- og væksthusearbejdere i arbejdet med pesticider.

## Hvordan var forsøgsdesign i projektet?

I 5 frugtplantager blev udført forsøg med fyldning af traktormonteret tagesprøjte med pesticider og efterfølgende udsprøjtning i plantagerne. I 17 forsøg deltog 12 forskellige personer. Fra 14 til 33 dage efter udsprøjtningen blev der i samme 5 plantager udført 32 re-entry forsøg med 32 forskellige personer (4 af de 32 personer deltog den ene dag kun med måling på handskerne. Den efterfølgende dag deltog de samme 4 personer med måling på hele kroppen, dvs. 32 datasæt for kroppen og 36 datasæt for hænderne).

I alt deltog 9 væksthuse i projektet. I 7 af væksthuse blev udført forsøg med fyldning af sprøjtetank til håndbåret højtrykslansse med pesticider og efterfølgende udsprøjtning i væksthuset. I 13 forsøg deltog 10 forskellige personer. Fra 1 til 3 dage efter udsprøjtning blev der i 6 af væksthuse udført 29 re-entry forsøg med 24 forskellige personer med flere forskellige arbejdsfunktioner.

Der blev anvendt 6 forskellige pesticider i forsøgene. Pesticiderne blev kun anvendt som "markører" og blev ikke undersøgt specifikt.

I "fyldning- og udsprøjtning" arbejdet i både frugtavl og væksthuse, bar forsøgspersonerne almindelig arbejdsbeklædning (T-shirt eller skjorte og cowboybukser), samt en beskyttelsesbeklædning (såkaldt personligt værnemiddel som var en engangsheldragt med hætte også kaldet coverall) og en langskaftet, halvsvær nitrilhandske.

I re-entry arbejdet bar forsøgspersonerne almindelig arbejdsbeklædning (T-shirts i væksthuseforsøgene og skjorte i frugtavl-forsøgene samt cowboybukser) og en let nitrilhandske.

Hvordan har vi udtrykt resultaterne for "eksponeringsmodellerne" ?

Ved fyldning og udsprøjtning er der to faktorer i denne model. For det første hvor meget forsøgspersonen totalt opsamler på sin krop, dvs. sum af beskyttelsesbeklædning, almindelig arbejdsbeklædning og bar hud (denne sum kaldes potentiel eksponering), hvilket udtrykkes i milligram pesticid. Den anden faktor består af hvor meget pesticid forsøgspersonen har fyldt i tanken og sprøjtet ud under forsøget. Dette måles i kilogram. Modellen udtrykkes således i milligram/kilogram. Ved man for eksempel hvor mange kilogram pesticid en arbejder fylder i sprøjtetanken og sprøjter ud pr dag, kan man således beregne hvor meget han får på sig totalt.

Ligeledes er der ved re-entry to faktorer som danner modellen. Ved re-entry berører forsøgspersonen planter og udstyr i væksthuset som forinden er sprøjtet. Dette medfører naturligvis at hvis der stadig er pesticidrester på planter og udstyr i øvrigt, overføres der pesticider til forsøgspersonen. Vi måler for det første hvor meget pesticid, målt i mikrogram, der kommer på forsøgspersonen pr times arbejde. Vi måler dernæst hvor meget pesticid der ligger "løst bundet på planternes overflade" målt i mikrogram pr  $\text{cm}^2$ . Ved at kombinere disse to udtryk, kan vi frembringe en model som siger hvor mange  $\text{cm}^2$ 's løst bundne pesticidrester pr time, at forsøgspersonen har fået totalt på sin krop, dvs. sum af:

- beskyttelsesbeklædning,
- almindelig arbejdsbeklædning
- og bar hud (denne sum kaldes potentiel eksponering).

Altså  $\text{cm}^2/\text{time}$ . Denne værdi kaldes transferkoefficienten. Det ses let heraf at denne enhed ikke er specifik for pesticidtypen, men kan i teorien anvendes for alle pesticider. En forsøgsperson som plukker agurker og har hele kroppen dybt inde i kulturen vil have en høj transferkoefficient, han vil være i kontakt med mange  $\text{cm}^2$  planteoverflade pr time. Ved man hvor meget pesticid der er tilbage på planterne ved re-entry (og dette er forskelligt fra pesticid til pesticid



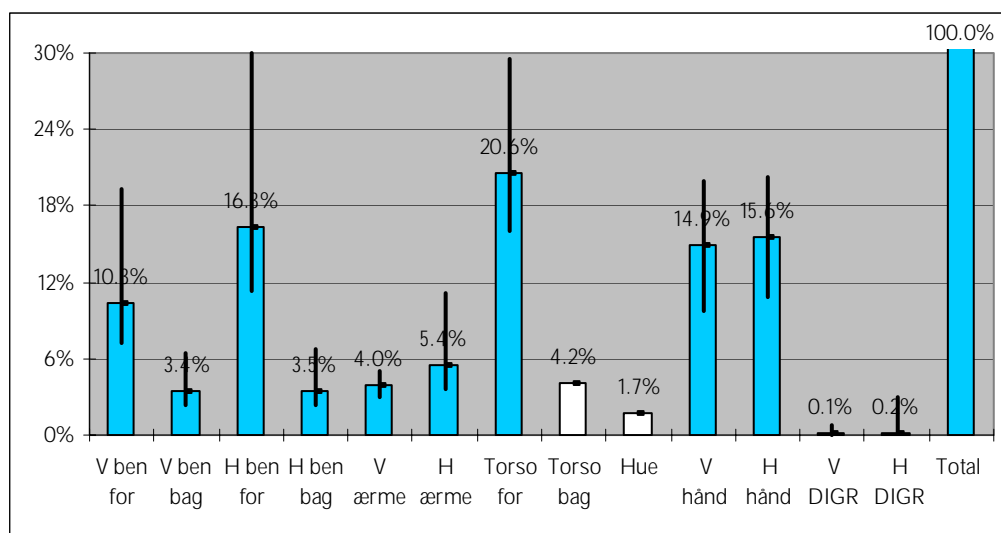
samt den forløbne tid siden der blev sprøjtet), og ved man hvilket arbejde der bliver udført kan man beregne hvor meget en arbejder ”far på sig”.

Hvordan har vi udtrykt resultaterne for beskyttelsesbeklædningen ?

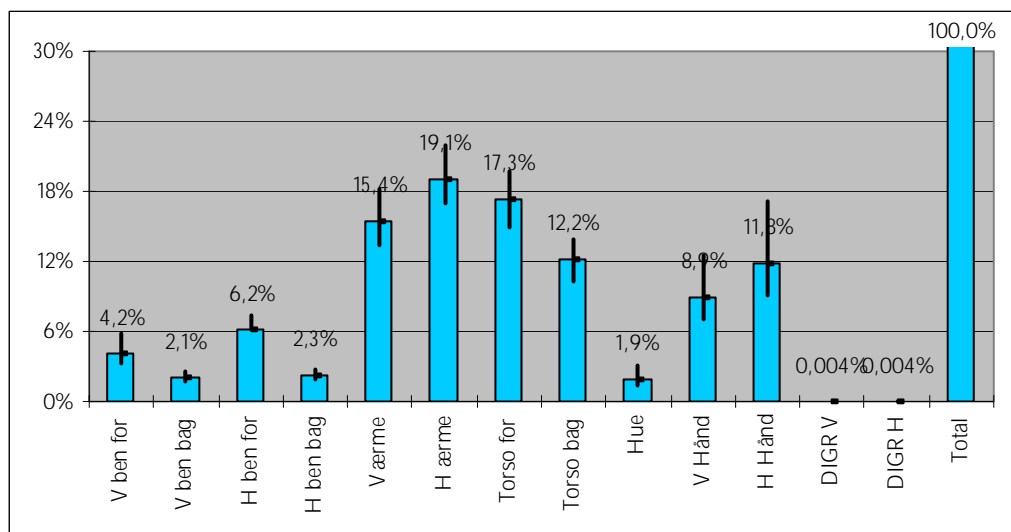
Beskyttelsesbeklædningens effektivitet er noget simplere at beregne: Vi måler den potentielle eksponering på forsøgepersonen samt den del af eksponeringen som når den bare hud (dette kaldes den aktuelle eksponering). Når intet den bare hud, er beskyttelsesevnen 100%. Når halvdelen den bare hud, er beskyttelsesevnen kun 50%.

Resultater

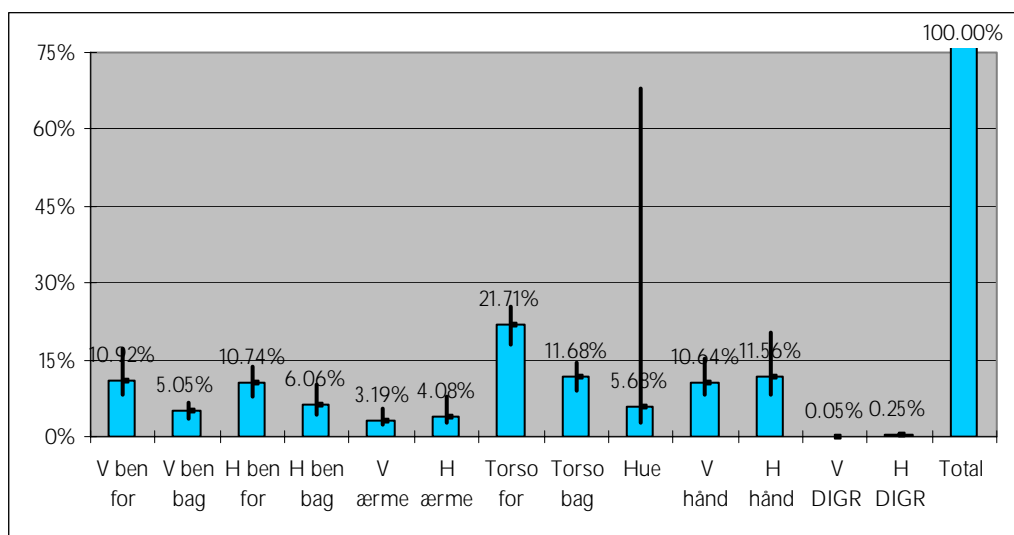
Som indgang til resultatafsnittet, har vi valgt at illustrere hvor på kroppen pesticiderne havner i de fire situationer. Figurerne kan især give arbejdere i frugtplantager og væksthusearbejdere et fingerpeg om, hvor på kroppen man er mest udsat ved de pågældende arbejdssituationer. Figurerne udtrykker en midtpunktsværdi for data, som er valgt som det bedste udtryk for denne type resultater. De lodrette streger er 95% grænser for denne midtpunktsværdi. DIGR er den andel som er fundet på indersiden af beskyttelsehandsken. DIGR betragtes således som en del af den pesticidmængde som har nået den bare hånd. De hvide søjler er hverken logaritmisk normalfordelte (asymmetriske 95% grænser) eller normalfordelte (symmetriske grænser), og kun et simpelt gennemsnit er angivet for disse resultater.



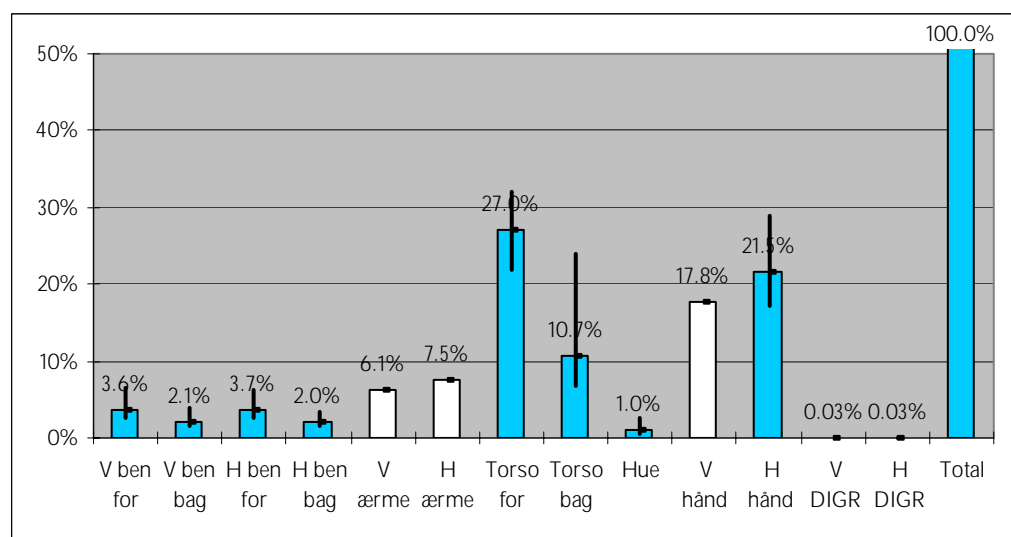
FIGUR 0.1. FORDELING AF POTENTIEL EKSPONERING (INKLUSIVE HÆNDERNE) FYLDNING OG UDSPRØJTNING I FRUGTAVL.



FIGUR 0.2. FORDELING AF POTENTIEL EKSPONERING (INKLUSIVE HÆNDERNE) RE-ENTRY I FRUGTAVL.



FIGUR 0.3. FORDELING AF POTENTIEL EKSPONERING (INKLUSIVE HÆNDERNE) FYLDNING OG UDSPRØJTNING I VÆKSTHUSE.



FIGUR 0.4. FORDELING AF POTENTIEL EKSPONERING (INKLUSIVE HÆNDERNE) RE-ENTRY I VÆKSTHUSE.

## Modellerne

TABEL 0.1. MODELLER FOR FYLDNING OG UDSPRØJTNING

	Frugtplantager	Væksthuse
Kroppen	25 mg/kg	70 mg/kg
Hænderne	5 mg/kg	15 mg/kg

Eksempelvis får en væksthusearbejder der fylder en sprøjtetank med pesticider, og efterfølgende udsprøjer sprøjtevæsken med en højtryksslange, 70 mg på kroppen plus 15 mg på hænderne for hvert kg aktivt stof han fylder i tanken og udsprøjer. De nævnte mg er potentiel eksponering (sum af beskyttelsesbeklædning, (plus almindelig arbejdsbeklædning for kroppen) og hvad som lander på den bare hud).

TABEL 0.2. MODELLER FOR RE-ENTRY, TRANSFERKOEFFICIENTER

	Frugtplantager	Væksthuse
Kroppen	7.000 cm <sup>2</sup> /t	415 cm <sup>2</sup> /t
Hænderne	1.575 cm <sup>2</sup> /t	270 cm <sup>2</sup> /t

Eksempelvis får en væksthusearbejder ved re-entry, pr time, den løst bundne pesticidmængde som stadig ligger på 270 cm<sup>2</sup> af planternes overflade, på sine hænder. Hvor meget pesticid dette er, afhænger af pesticidtypen og hvilken dosis og hvor lang tid siden der blev udsprøjtet. Dosis er potentiel eksponering som reduceres ved anvendelse af handsker.

## Beskyttelse

TABEL 0.3. PROCENT BESKYTTELSE VED FYLDNING OG UDSPRØJTNING

	Frugtplantager	Væksthuse
Coverall i kombination med normal arbejdsbeklædning	98	99
Coverall	95	97
*Normal arbejdsbeklædning	97	98
Nitrilhandsker, svær type	93	94

\* Den i denne tabel angivne procentuelle beskyttelse ved brug af normal arbejdsbeklædning ved fyldning og udsprøjtning, er kun under forudsætning af at arbejdsbeklædningen er beskyttet af en coverall. Med andre ord: En 98% beskyttelsesevne af den normale arbejdsbeklædning, fanger 98% af den dosis som slipper forbi coverall'en.

TABEL 0.4. PROCENT BESKYTTELSE VED RE-ENTRY

	Frugtplantager	Væksthuse
Normal arbejdsbeklædning	90	75
Nitrilhandsker, let type	92	95

## Konklusioner

Af figurerne ses især ved frugtavl, fyldning og udsprøjtning at torso, hænder og forside af ben er udsat. Ved re-entry er det især armene og torsoen der bliver eksponeret.

For væksthuse gælder ved udsprøjtning især at torso, hænder og forside af ben er udsat, ved re-entry torso og hænder.

I væksthuse ses både for krop og hænder en ca. 3 gange større eksponering pr kg pesticid udbragt end i frugtplantager, dog er mængden af udbragt pesticid pr arbejdsdag i væksthuse ikke tilnærmelsesvis så stor som i frugtplantager. Hænderne ses, ikke overraskende, at modtage en forholdsvis stor dosis sammenlignet med kroppen.

Transferkoefficienterne ses at være langt mindre i væksthuse end i frugtplantager. Dette er ikke et usædvanligt billede, da arbejdet ved plukning af frugt medfører en langt større kontakt med bladmassen end i væksthuse. Igen ses hænderne at dominere billedet i forhold til kroppen.

Generelt er arbejdere i frugtplantager og væksthuse godt beskyttet ved anvendelse af de angivne værnemidler. Dog må der hæftes opmærksomhed på at selv ved anvendelse af coverall, bliver den almindelige arbejdsbeklædning eksponeret med pesticider. Arbejdsbeklædning både i fyldning og udsprøjtning samt ved re-entry bør betragtes som et værnemiddel og ikke anvendes til andre opgaver. Almindelig arbejdsbeklædning bør rengøres for sig og ikke sammen med almindelig beklædning.

# Summary

## Introduction

The registration process for pesticides in Denmark is performed by the Danish EPA (Miljøstyrelsen). A part of this process is a risk assessment for workers handling pesticides at filling the spray tank, spraying and working in sprayed crops, re-entry.

However, there is a lack of useful exposure data from greenhouses and orchards for workers who handle pesticides during spray tank filling, subsequent spraying and at re-entry.

If the calculated exposure for workers exceeds the Acceptable Operator Exposure Level (AOEL), the use of Personal Protective Equipment (PPE) could be required, although the efficacy of the material of which the PPE is made of, such as protective coverall and normal clothing, is not described satisfactorily for the individual pesticides.

The efficacy of gloves when people work in greenhouses and agriculture under Danish conditions has been investigated earlier (Kirknel et al., 1997, Kirknel & Sjelborg, 2003).

The objectives of the project

To develop exposure models for Danish greenhouse and orchard workers when they load and spray pesticides and afterwards when they work in the sprayed crop (re-entry)

To investigate the efficacy of PPE under these working conditions

The design of the field experiments

Exposure scenarios in orchards "loading and spraying" with a tractor-mounted and air-assisted mist blower, was the combined scenario we used in the orchard (apple). The PPE tested was coverall, normal work clothing (T-shirt or shirt and blue jeans) and protective nitrile gloves (heavy type). Workers were not allowed to rinse the gloves with water during the experiment, although this was a normal procedure under practical conditions.

The re-entry scenario was apple picking in the sprayed crop. The PPE tested was normal work clothing (shirt and blue jeans) and protective nitrile gloves (light type)

Exposure scenarios in greenhouses "loading and spraying" with a hand-held high-pressure rifle, was the combined scenario we used in the greenhouses. The PPE tested was coverall, normal work clothing (T-shirt and blue jeans) and protective nitrile gloves (heavy type). Workers were not allowed to rinse

the gloves with water during the experiment, although this was a normal procedure under practical conditions.

The re-entry scenarios included a variety of different working scenarios in ornamentals and cucumber harvesting. The PPE tested was normal work clothing (T-shirt and blue jeans) and protective nitrile gloves (light type).

#### Modelling of loading and spraying

The models are based on potential exposure as the total exposure (in mg) that the test person collects on the body surface during the experiment divided by the dosage of active ingredient of the pesticide handled (in kg).

#### Modelling of re-entry

The models are based on transfer coefficients (TC cm<sup>2</sup>/h).

$$\text{TC cm}^2/\text{h} = \frac{\mu\text{g potential exposure / hour}}{\text{DFR } \mu\text{g/cm}^2}$$

Potential exposure is the total exposure the test person collects on the work clothing, gloves and the body surface per hour.

Dislodgeable Foliar Residue (DFR) is the pesticide residue that is “easily rinsed off” (standardised method) the leaves at re-entry. The area is calculated as one-sided.

#### The field experiments

The orchards and the greenhouses that were used in the experiments are representative of the business.

TABLE O.5. KEY INFORMATION FOR LOADING AND SPRAYING IN ORCHARDS.

	Age, years	Experience, years	Size of property, ha	Sprayed area, ha	Tank volume, L	g. a.s. handled	L water applied/ha	Total working hours, minutes
Geometric mean	37.6	13.0	26.7	3.3	1,051	1,113	224	144
GSD	1.5	2.8	1.3	1.5	1.2	2.7	1.2	1.3
Arith. Mean	40.6	19.8	27.8	3.5	1,062	1,710	227	149
Arith. st.deviation	16.4	16.3	9.3	1.2	175	1,531	40	35
n	17	17	17	17	17	17	17	17
Min	22.0	2.0	22.0	1.0	1,000	250	177	60
Max	64.0	50.0	52.0	5.0	1,550	5,000	300	195
95th percentile	63.2	49.2	52.0	5.0	1,510	5,000	289	195
90th percentile	61.2	40.6	38.8	5.0	1,200	3,800	286	190
75th percentile	60.0	35.0	25.0	4.0	1,000	2,500	250	175
50th percentile	34.0	15.0	25.0	3.5	1,000	1,250	202	142
25th percentile	28.0	5.0	24.0	3.0	1,000	400	200	130
10th percentile	23.0	5.0	22.6	2.1	1,000	375	194	121

TABLE O.6. KEY INFORMATION FOR RE-ENTRY IN ORCHARDS.

	Age, years	Experience, years	Size of property, ha	Total working hours, minutes
Geometric mean	27.4	1.8	32.8	119
GSD	1.3	2.0	1.5	1.3
Arith. Mean	28.8	2.4	35.2	123
Arith. st.deviation	10.3	2.3	13.4	31
n	32	32	32	32
Min	19.0	1.0	22.0	75
Max	59.0	12.0	52.0	205
95th percentile	52.0	5.9	52.0	178
90th percentile	40.9	4.9	52.0	153
75th percentile	30.5	3.0	52.0	135
50th percentile	25.5	2.0	27.5	120
25th percentile	22.0	1.0	25.0	114
10th percentile	21.0	1.0	22.0	77

TABLE 0.7. KEY INFORMATION FOR LOADING AND SPRAYING IN GREENHOUSES.

	Age, years	Experience, years	Size of green house, ha	Sprayed area, ha	Tank volume, L	g. a.s. handled	L water applied/ha	Total working hours, minutes
Geometric mean	39.2	15.8	1.48	0.08	267	64	3,234	60
GSD	1.3	2.3	1.7	3.1	1.4	2.8	3.1	2.0
Arith. Mean	40.2	19.8	1.66	0.13	285	99	6,467	74
Arith. st.deviation	8.8	10.4	0.83	0.13	113	98	9,430	47
n	13	13	13	13	13	13	13	13
Min	27.0	2.0	0.50	0.01	200	9	1,000	20
Max	54.0	35.0	3.60	0.50	500	338	27,778	180
95th percentile	51.0	33.2	2.88	0.34	500	285	27,311	150
90th percentile	48.6	31.4	2.40	0.23	470	233	22,874	128
75th percentile	47.0	27.0	2.40	0.15	350	113	4,464	90
50th percentile	41.0	19.0	1.25	0.10	200	65	2,000	65
25th percentile	32.0	13.0	1.25	0.04	200	38	1,389	35
10th percentile	27.6	5.6	1.04	0.02	200	22	1,170	25

TABLE 0.8. KEY INFORMATION FOR RE-ENTRY IN GREENHOUSES.

	Age, years	Experience, years	Size of green house, ha	Total working hours, minutes
Geometric mean	32.4	1.85	1.47	142
GSD	1.4	7.7	1.7	1.4
Arith. Mean	34.5	7.37	1.66	148
Arith. st.deviation	12.4	10.71	0.78	36
n	29	29	29	29
Min	17.0	0.04	0.50	65
Max	57.0	35.00	3.20	210
95th percentile	56.2	32.00	3.20	178
90th percentile	54.2	27.20	2.56	175
75th percentile	43.0	9.00	2.40	165
50th percentile	31.0	3.00	1.50	165
25th percentile	23.0	0.50	1.25	150
10th percentile	21.0	0.08	0.90	80



TABLE 0.9. PESTICIDES USED IN THE EXPERIMENTS.

Orchards growing pears and apples						
Active ingredient	Trade name	Type <sup>3</sup>	Size of package	kg/ha	Pest	Formulation
Bitertanol	Baycor WP 25	F	1 kg	1.0	Scab, mildew	Powder
Kresoxim-methyl	Candit	F	0.5 kg	0.2	Mildew	Granulate
Pirimicarb	Pirimor G	I	1 kg	1.0	Aphids	Granulate
Tolyfluanid	Euparen Multi	F	5 kg	2.0	Grey mould	Granulate
Greenhouses for ornamentals and tomatoes						
Active ingredient	Trade name	Type <sup>3</sup>	Size of package	kg/ha	Pest	Formulation
Azoxystrobin	Amistar <sup>1</sup>	F	5 l	0.200	Phytophthora	Fluid
Azoxystrobin	Amistar <sup>2</sup>	F	5 l	0.080	Mildew	Fluid
Imidacloprid	Confidor WG 70	I	0.2 kg	0.035	Aphids	Granulate
Kresoxim-methyl	Candit	F	0.5 kg	0.030	Mildew	Granulate
Pirimicarb	Pirimor G	I	1 kg	0.050	Aphids	Granulate
<sup>1</sup> Ornamentals						
<sup>2</sup> Tomatoes						
<sup>3</sup> F = Fungicide and I = Insekticide						

## Chemical analysis

The chemical analysis was performed under the principles of a full quality control, using mass-spectrometry as the instrument of detection.

## Conclusions

The figures indicated in the tables below are the “Minimum Variance Unbiased Estimate” (MVUE) when the set of data was either log-normally distributed or normally distributed. MVUE is the most preferred point estimate of the true mean, especially when sample sizes are small or when the geometric standard deviation is high

TABLE 0.10. MODELS FOR LOADING AND SPRAYING.

	Orchards	Greenhouses
The body	25 mg/kg	70 mg/kg
The hands	5 mg/kg	15 mg/kg

TABLE 0.11. MODELS FOR RE-ENTRY, TC.

	Orchards	Greenhouses
The body	7.000 cm <sup>2</sup> /h	415 cm <sup>2</sup> /h
The hands	1.575 cm <sup>2</sup> /h	270 cm <sup>2</sup> /h

TABLE 0.12. % PROTECTION OF PPE WHEN LOADING AND SPRAYING.

	Orchards	Greenhouses
Coverall in combination with normal working clothing	98	99
Coverall	95	97
*Normal working clothing	97	98
Nitrile gloves (heavy type)	93	94

\*THE PERCENT PROTECTION OF "NORMAL WORKING CLOTHING" IS DETERMINED WHEN USING THE CLOTHING IN COMBINATION WITH THE COVERALL. IN OTHER WORDS: A 98% PROTECTION OF NORMAL WORKING CLOTHING IN GREENHOUSES CAPTURES 98% OF WHAT HAS ESCAPED THE COVERALL. THESE COMMENTS ARE ONLY VALID WHEN COVERALL IS INDICATED TO BE USED, AS IN "LOADING AND SPRAYING".

TABLE 0.13. % PROTECTION OF PPE AT RE-ENTRY WORK.

	Orchards	Greenhouses
Normal working clothing	90	75
Nitrile gloves (light type)	92	95

Values below the level of detection (LOD) was decided to be fixed at 0,5\*LOD, which in general is an overestimation. The % protection indicated is therefore "worst case" and is probably higher than indicated.

Our observation recommends that the user of protective gloves makes sure that the glove fits tightly to the sleeve/bare arm in order to avoid exposure under the glove (for example with a rubber band). However this is not recommended by the ISO standard.

The results indicate that Danish orchard and greenhouse workers are fairly well protected during the handling of pesticides during spraying and at re-entry if they are wearing relevant PPE.

# 1 Indledning

## 1.1 Baggrund

### 1.1.1 Eksponeringsmodeller

Skøn for størrelsen af den eksponering, som arbejdere der håndterer pesticider bliver udsat for under forskellige arbejdsforhold, kan hentes fra mange kilder i litteraturen. Disse resultater har dannet grundlag for flere databaser og eksponeringsmodeller.

I en pesticidregistreringsproces under første trin af en risikovurdering, kan man fra disse databaser udlede, i hvor høj grad man kommer i kontakt med pesticider under forskellige arbejdsforhold. Resultatet fra denne indledende vurdering kan resultere enten i en godkendelse af pesticidet eller i at der kræves yderligere forsøg.

I EU har "risikomodeller" i registreringsprocessen været anvendt i udbredt grad, men der har ikke været enighed landene imellem om hvilke der skulle anvendes.

I Europa har man anvendt de tre nedennævnte modeller:

- den engelske model UK POEM, (JMP, 1986. UK POEM, 1992) er især baseret på data fra pesticidindustrien, men indeholder også data fra studier i England sat i gang af de engelske myndigheder.
- den tyske model (Lundehn et al., 1992) består primært af data fra forsøg udført af den tyske pesticidindustri under tyske forhold.
- den hollandske model (van Hemmen, 1992a+b, van Goldstein Brouwers et al., 1996) består af data fra den åbne litteratur samt studier fra universiteter eller myndigheder i Holland.

Af nyere databaser i Europa i dag skal nævnes RISKODERM (se afsnit 5.1.1) fra et EU projekt og den hollandske model DREAM (van Wendel de Joode, 2004).

Sidst i rækken skal nævnes EUROPOEM (<http://europoem.csl.gov.uk> (juni 2006)) finansieret som EU concerted action (et fælles samarbejde imellem flere institutioner, oftest fra flere forskellige nationer). Denne database er computerbaseret og indeholder i udpræget grad data fra europæiske landbrugsscenarier samt udsprøjtninger med håndbåren sprøjteudstyr og re-entry i væksthuse.

- AIR3 CT93-1370, EUROPOEM I, indeholder aktiviteter vedrørende sprøjtearbejdere under europæiske forhold
- FAIR3-CT96-1406, EUROPOEM II, indeholder re-entry (dette at gå ind i en sprøjtet afgrøde og arbejde) og bystander (betegnelsen for

mennesker, der ikke deltager i arbejdet, men passerer forbi arbejdsstedet) eksponering under europæiske forhold

En del data for sprøjtearbejdere er tilgængelige i en veludviklet computerbaseret database på EUROPOEM's hjemmeside. Databasen er velegnet for "subsetting", det vil sige, at der er mulighed for valg af forskellige eksponeringsscenarier (arbejdsforhold), hvor man undersøger risikoen for at komme i kontakt med pesticider. Der mangler dog data for visse scenarier, især væksthuse- og frugtavludsprøjtninger.

Fælles for de ovennævnte databaser er, at deres data generelt er frembragt under forhold, som ligger i betydelig afstand til praktiske forhold. Dette er tilstræbt af flere årsager. For at kunne frembringe data med en god reproducerbarhed, foretages disse studier ofte under en eller anden form for kvalitetssikring. På denne måde tvinges studierne ind i en ensartethed, som her er uhensigtsmæssigt. Målet må helt klart være, at fremstille en model, der kan beregne risikoen for eksponering under praktiske forhold.

Sammenlignes resultaterne i de forskellige databaser ses det, at der oftest forekommer lave eksponeringer i de databaser, hvor især industrien har frembragt data (Kangas & Sihvonen, 1996). Balancen er svær: Studierne skal være konklusive, genspejle praksis samt acceptere en vis grad af variation, som man ved opstår under praktiske forhold.

Som et resultat af et internationalt samarbejde udkom i 1997 en vejledning til brug ved studier af pesticideksponering i landbruget (OECD, 1997). Heri omtales forskellige metoder til måling af eksponering og fordele/ulemper ved de forskellige metoder diskuteres. Kvalitetskontrol for studierne specificeres, og forsøgsdesign gennemgås. De enkelte problematikker specificeres i bilag. Desuden indeholder Guiden et bilag med forklaringer på specielle udtryk om eksponering.

### 1.1.2 Eksponering ved fyldning og udsprøjtning

Disse undersøgelser består af to sammensatte arbejdsfunktioner, først en afvejning, påfyldning og opblanding af pesticidet i tanken, dernæst en udsprøjtning af den færdigblandede pesticidvæske. Kilden til eksponering er her den håndterede mængde pesticid.

Scenarierne udført i frugtavl og i væksthuse er forskellige. I frugtavl udsprøjtes med en traktormonteret tagesprøjte, medens der i væksthuse arbejdes med en håndholdt højtrykslanse.

Oftest håndteres langt større mængder af pesticider i frugtavl end i væksthuse.

På EUROPOEM's hjemmeside, <http://europoem.csl.gov.uk>, (juni 2006) kan resultater fra studier i landbruget hentes fra EUROPOEM databasen.

I Danmark er der tidligere gennemført undersøgelser af handskers beskyttelsesevne under scenarierne fyldning og udsprøjtning i landbruget samt for det samlede scenarium fra væksthuse (Kirknel & Sjelborg, 2003).

### 1.1.3 Re-entry eksponering

Ved re-entry eksponering forstås den eksponering en medarbejder bliver udsat for, når der arbejdes med en pesticidbehandlet kultur. Re-entryeksponeringen kan stamme fra forekomster af pesticider i luften (rester fra udsprøjtningen, pesticider som damper af fra behandlede emner, planter, gulve, vinduer, ophvirvling af støv) samt fra den direkte hudkontakt med den behandlede afgrøde og udstyr. Kontakten med den behandlede afgrøde er langt den vigtigste kilde.

Den potentielle eksponering (den eksponering man vil modtage på hele kroppen, hænderne og ved indånding, hvis man ikke bærer klæder) afhænger af pesticidets kemisk/fysiske egenskaber samt af den type af arbejde, der udføres.

Den mest præcise måde at korrelere effekter på, er ved biologisk monitorering. Herved måles pesticidet og dets metabolitter i en af kropsvæskerne. Men sådanne undersøgelser er specifikke for pesticidet, og resultaterne kan derfor kun i meget begrænset omfang indgå i modeller, som skal kunne anvendes for pesticider generelt.

De første registrerede tilfælde af skadelige effekter på arbejdere, dateres så tidligt som først i 50'erne. Omtalen af skadelige effekter fra californiske citrusafgrøder, vindruer og bomuld startede diskussionen om re-entry intervaller (Nigg, 1980, Maddy et al., 1990). Ved et re-entry interval forstås det tidsrum, der mindst skal gå imellem udsprøjtningen og en re-entry af medarbejdere. Pependorph & Leffingwell angiver flere re-entry intervaller (Pependorph & Leffingwell, 1982).

Kilden til eksponering ved re-entry er den behandlede afgrøde. Gunther og hans medforfattere diskuterer nedbrydningsforløb for pesticider på plantebåde. Begrebet "fjernbar rest af pesticider på behandlede overflader" (Dislodgeable Foliar Residue, DFR) introduceres nu i risikovurderingen (Gunther et al., 1977).

I 1977 foreslår Iwata og hans medforfattere en metode til bestemmelse af DFR. Metoden består i at udstanse bladplader og derefter afvaske med vand tilsat en mild syntetisk sæbe (Iwata et al., 1977). I 1991 gennemgås de forskellige metoder, som alle er varianter af Iwata's metode. Udstansning af bladet medfører dog en uheldig såring af det subkutikulære væv, hvorved systemiske pesticider bliver frigjort (Dong et al., 1991).

I Sverige udvikles en interessant ekstraktions teknik til DFR bestemmelse. Til bladet tilsættes små volumener etanol, hvorefter ekstraktet suges af planten med "Wettex" filtre. Herved undgås at skade det subkutikulære væv, men sandsynligvis vil voksbelægninger på bladoverfladen opløses (Papantoni et al., 1995).

Timme et al., (1986) karakteriserer i 420 forsøg nedbrydningen af pesticider på planter. 35% af forsøgene har "best fit" til 1. ordens reaktioner, 35% til højere ordens reaktioner. Nedbrydningen af pesticider er meget specifik og umulig at konkludere på generelt. Som en vigtig interfererende faktor for nedbrydningen nævnes afgrøden.

Finske forsøg viser god korrelation imellem udsprøjtningen af pesticid og hudeksponering målt ved biologisk monitorering (Jauhainen et al., 1992). Andre finske forsøg med mevinphos refererer om en god korrelation imellem

øget nedbrydning af pesticid og relativ nedsættelse af re-entry hudeksponering i finske væksthuse (Kangas et al., 1993).

#### 1.1.4 Transferkoefficienten

At der eksisterer en sammenhæng imellem hudeksponering (dosis/tid) og DFR (dosis/areal) synes umiddelbart naturligt.

$$\text{Transferkoefficient cm}^2/\text{t} = \frac{\text{Potentiel eksponering } \mu\text{g/t}}{\text{DFR } \mu\text{g/cm}^2}$$

Transferkoefficienten med enheden  $\text{cm}^2/\text{t}$ , giver et udtryk for hvor mange  $\text{cm}^2$  en medarbejder bliver eksponeret med pr time. Eller rettere hvor stor en dosis, der kan forekomme på det angivne bladareal. Poppendorph og Leffingwell (1982) finder en god lineær sammenhæng imellem de to variable over et bredt område af værdier.

Både afgrødetype, arbejdsfunktion samt individuelle personforskelle påvirker transferkoefficienten. Nigg et al. (1984) beretter om forsøg med god overensstemmelse mellem resultater fra restindhold på bladene og pesticidindholdet på de forskellige Patch. Forsøget gennemføres under høstarbejde i Californiske appelsinplantager.

Zweig et al. (1985) finder ligeledes sammenhæng mellem hudeksponering med pesticider og DFR. Her findes meget varierende transferkoefficient fra 800 til 61.000  $\text{cm}^2/\text{t}$ ., med et gennemsnit på 5.000  $\text{cm}^2/\text{t}$ . Denne værdi blev foreslået som et generelt udgangspunkt. Samtidig understreger Zweig et al. (1985) at der er et behov for yderligere undersøgelser i specifikke afgrøder/pesticider. Krieger et al. (1990, 1992) finder transferkoefficienter fra 1.000 til 400.000  $\text{cm}^2/\text{t}$  for forskellige typer af arbejde.

I væksthuse med sylteagurker, roser og gerbera findes transferkoefficient på 700  $\text{cm}^2/\text{t}$  (Goediche et al., 1989). Forskellige pesticiders halveringstider på sprøjtede afgrøder angives af Goediche (1987, 1988a, 1988b, 1989).

I studier fra Holland sprøjtes forskellige pesticider på roser og nelliker. Ved sortering og bundtning af roser findes lavere transferkoefficienter end ved samme arbejde med nelliker. For roser er transferkoefficient 1.200-6.250  $\text{cm}^2/\text{t}$ , for nelliker 2.800-10.000  $\text{cm}^2/\text{t}$ , (Brouwer, D.H. et al., 1992a), (Brouwer, R. et al., 1992a, 1992b) og van Hemmen et al., 1992).

En af grundene til de meget forskellige transferkoefficienter er, at der selvom OECD guidelines (OECD, 1997) nævner de mulige opsamlingsmetoder, udføres de forskellige forsøg åbenbart også ved at kombinere de forskellige metoder.

Undersøgelser vedrørende indånding i væksthuse viser at aerosoler og dampe kan forefindes efter flere dage ved lave temperaturer, (Williams, 1978, Williams et al., 1980, Lindquist et al., 1987, Liesivuori et al., 1988, Brouwer, D.H. et al., 1992b, Kangas et al., 1993). Baseret på disse undersøgelser er det forsøgt at konkluderes for samtlige pesticider. Der kan arbejdes i et væksthuse, hvis man har haft åbne vinduer i 2 timer, 6 timer efter udsprøjtningen. Pesticider med et damptryk større end 10 mPa ved 20°C kræver dog jævnlig udluftning i væksthuset de næstfølgende par dage. Normalt bygges drivhusene

ret utætte og de sidstnævnte udluftninger vil i varme perioder ikke være nødvendige. Ved anvendelse af store vandmængder kræves der ved ikkefordampbare pesticider kun 8 timers re-entry interval eller 1 times udluftning, (Brouwer, D.H. et al., 1992b). Eksponering via inhalering anses for at være lav. Resuspension af partikler fra pulvere kan dog være et problem under arbejde med behandlede planter (Brouwer, D.H. et al., 1990, Brouwer R et al., 1993).

Selv lang tid efter sprøjtning, kan eksponering fra importerede pryddplanter være betragtelig (i ppm niveau) (Morse et al., 1982). Cholinesterasehæmning konstateres ved høst af chrysanthemum behandlet 10-12 dage tidligere (Löbel & Schunk, 1982).

I Danmark er der gennemført forsøg med pesticideksponeringer under re-entry i danske væksthuse (Kirknel et al., 1997). I projektet indgår 5 aktive stoffer, 12 forskellige potteplantekulturer og eksponeringen måles på hele kroppen ved forskellige arbejdsrutiner. 21 transferkoefficienter beregnes. Indenfor hvert pesticid viser der sig en tendens til positiv korrelation imellem estimeret grad af kontakt (bedømt ud fra den pågældende arbejdsrutine), de sprøjtede planter og transferkoefficienten. Geometrisk gennemsnit for transferkoefficienter over 10 cm<sup>2</sup>/t, var 1.495 cm<sup>2</sup>/t ÷ 525 (nedre) og +4.257 (øvre) for en standardafvigelse (n=16). Som udgangspunkt i risikovurderingen foreslås en transferkoefficient for væksthusearbejdere på 7.000 cm<sup>2</sup>/t. Eksponering via indånding er lav i forhold til hudeksponeringen, ca. 3,5% af total.

I risikovurderingen ved re-entry er det nødvendigt at have oplysninger om de løst bundne rester DFR. Grunden hertil er, at korrelationen imellem udsprøjtet pesticiddosis og DFR er pesticidespecifik. Disse værdier forudsættes at foreligge fra pesticidfirmaets side ved registreringsproceduren.

Til EUROPOEM II har WGR (Working Group on Re-Entry) kun fundet meget få gode datasæt for re-entry. I rapporten EUROPOEM II (van Hemmen et al., 2002) vedrørende bl.a. transferkoefficienter og DFR foreslås for hudeksponeringer nedenstående værdier for TK:

Grøntsager: 2.500 cm<sup>2</sup>/t  
Træfrugt: 4.500 cm<sup>2</sup>/t  
Jordbær: 3.000 cm<sup>2</sup>/t  
Prydplanter: 5.000 cm<sup>2</sup>/t

### 1.1.5 Beskyttelsesevnen for beskyttelsesbeklædning

Et værnemiddels beskyttelsesevne kan angives i % og defineres som:

$$\text{Beskyttelsesevne} = 100\% - \frac{\text{Aktuel eksponering} * 100}{\text{Potentiel eksponering}}$$

- Aktuel eksponering = mængde af pesticid på hudoverfladen
- Potentiel eksponering = summen af pesticidmængden på hudoverfladen, på arbejdsbeklædningen samt på beskyttelsesbeklædningen (eller sagt med andre ord: (den eksponering man vil modtage på hele kroppen, hænderne og ved indånding, hvis man ikke bærer klæder).

De i afsnit 1.1.1 nævnte modeller er opbygget af resultater, der stammer fra mange forskellige studier, både fra de enkelte lande samt fra internationale publikationer.

## 1.2 Projektets problemformulering og hypoteser

### 1.2.1 Problemstilling

Registreringsproceduren af pesticider i Danmark foretages af Miljøstyrelsen. Ved den tilhørende risikovurdering af pesticidets anvendelse har man brug for eksponeringsmodeller. Det er et problem, at man mangler gode eksponeringsmodeller fra både væksthuse og frugtplantager. Dette gælder specielt arbejdet med fyldning af tanke, udsprøjtning på kulturer samt det efterfølgende arbejde med de behandlede kulturer, kaldet re-entry. Endvidere savnes oplysninger om, hvor godt beskyttelsesbeklædningen og arbejdsbeklædningen beskytter de medarbejdere, der fylder sprøjtetank og udsprøjter pesticiderne samt de der efterfølgende arbejder med kulturerne. Da hænderne ofte er den kropsdel, der eksponeres mest under arbejdet med pesticider, er data for handskebeskyttelse særlig vigtige.

Der er tidligere gennemført danske undersøgelser af både handsker og beklædning under pesticidarbejde i væksthuse ved re-entry (Kirknel et al., 1997). Endvidere foreligger der undersøgelser af handskes beskyttelsesevne under brug i landbrug og i væksthuse (Kirknel & Sjelborg, 2003). Men der mangler danske data for hvorledes kroppen beskyttes både under arbejde i frugtavlen og i væksthuse under forskellige scenarier. Her tænkes både på beskyttelsesbeklædning samt arbejdsbeklædning.

### 1.2.2 Formål og mål

Formålet med at gennemføre undersøgelserne er at give Miljøstyrelsen et redskab til anvendelse i registreringen af nye pesticider i Danmark.

I registreringsproceduren ved risikovurderingen anvendes eksponeringsmodellerne til estimering af hvilke pesticiddoser danske arbejdere får på kroppen under fyldning af sprøjtetank eller ved arbejde med pesticidbehandlede afgrøder. I de tilfælde, hvor de beregnede doser overskrider grænseværdierne for den acceptable dosis, AOEL, (Acceptable Operator Exposure Level,) er der en mulighed for at reducere eksponeringen, for eksempel ved anvendelse af beskyttelsesbeklædning. Derfor er beskyttelsesevnen for både arbejdsbeklædning og beskyttelsesbeklædning vigtige informationer.

Desuden har de arbejdere der håndterer pesticider brug for anvisninger i korrekt anvendelse af bedst mulig arbejdsbeklædning og beskyttelsebeklædning. Endvidere kan det undersøges i hvor høj grad adfærdsfaktorer påvirker beskyttelsesevnen.



Målet med gennemførelsen af studierne i dette projekt er:

- at frembringe danske modeller over pesticideksponeringen af arbejdere, som udfører sprøjtearbejde og herefter arbejder med de behandlede kulturer/afgrøder i frugtavl og i væksthuse.
- at fremskaffe danske data for værnemidlernes effektivitet under disse arbejdsfunktioner

### 1.2.3 Hvad mangler?

Der mangler således realistiske eksponeringsmodeller for danske frugtavl- samt væksthusearbejdere i arbejdet med pesticider.

Der mangler ligeledes realistiske data for hvorledes almindelig arbejdsbeklædning samt speciel beskyttelsesbeklædning beskytter danske frugtavl- og væksthusearbejdere i arbejdet med pesticider.

### 1.2.4 Hvad vil projektet søge svar på?

Projektet vil frembringe eksponeringsmodeller for de kombinerede scenarier fyldning af sprøjtetank samt efterfølgende udsprøjtning med tågesprøjte i frugtavl og med håndholdt højtrykssprøjteudstyr i væksthuse.

Endvidere frembringes eksponeringsmodeller for re-entry scenarier efter ovennævnte pesticidbehandlinger i frugtavl og i væksthuse.

Desuden kvantificeres både arbejdsbeklædningers, beskyttelsesbeklædningers samt beskytteshandskers evne til at beskytte imod pesticideksponering i ovennævnte scenarier.

I udsprøjtningsscenarierne i både frugtavl og væksthuse, undersøges beskyttelsesevnen af en almindelig arbejdsbeklædning (T-shirts eller skjorte og cowboybukser), en beskyttelsesbeklædning som består af en engangsheldragt med hætte kaldet coverall samt en langskaftet, halvsvær nitrilhandske.

I re-entry scenarierne undersøges en almindelig arbejdsbeklædning (T-shirts, skjorter og cowboybukser) samt en let nitrilhandske.

## 1.2.5 Hypoteser

Det er vores hypotese, at følgende kan påvises i dette projekt:

### **1.2.5.1 Modeller for fyldning af tank og efterfølgende udsprøjtning**

- at den potentielle kropseksposering i frugtavlen er mindre end 30 mg/kg aktivt stof håndteret samt at den potentielle håndeksposering også er mindre end 30 mg/kg aktivt stof håndteret
- at den potentielle håndeksposering i væksthuse er 25 mg/kg aktivt stof håndteret og dermed understøtter de tidligere danske undersøgelser for handsker samt at kropseksposeringen her er mindre end 1.000 mg/kg aktivt stof håndteret

### **1.2.5.2 Modeller for re-entry**

- at transferkoefficienten i eksponeringsmodellerne for frugtavlen er mindre end 12.000 cm<sup>2</sup>/t som angivet i EUROPOEM II rapporten
- at transferkoefficienten i eksponeringsmodellerne for væksthuse for håndbelastningen er mindre end 5.000 cm<sup>2</sup>/t som angivet i EUROPOEM II samt at transferkoefficienten for anden kropsbelastning er omkring 2.500 cm<sup>2</sup>/t som beskrevet af Kirknel et al, 1997

### **1.2.5.3 Beskyttelsesevnen for beklædning i forsøg med fyldning og udsprøjtning**

- at beskyttelsesevnen for engangsheldragten (coverall) i frugtavlen er større end 90% samt 50-70% for den underliggende arbejdsbeklædning
- at beskyttelsesevnen for engangsheldragten (coverall) i væksthuse er mindre end 90% men større end 70% samt 50-70% for den underliggende arbejdsbeklædning
- at beskyttelsesevnen for svære nitrilhandsker er større end 95% og derved understøtter de tidligere danske undersøgelser (Kirknel & Sjelborg, 2003)

### **1.2.5.4 Beskyttelsesevnen for beklædning i forsøg med re-entry**

- at beskyttelsesevnen for almindelig arbejdsbeklædning både i frugtavlen og væksthuse er større end 90%.
- at beskyttelsesevnen for let nitrilhandsker er større end 97% og dermed understøtter tidligere danske undersøgelser (Kirknel & Sjelborg, 2003)

Det tilstræbes at vælge typer af frugtplantager og væksthuse, der er repræsentative for erhvervet. Undersøgelserne gennemføres i den tidsperiode hvor virksomheder normalt gennemfører de pågældende arbejdsprocesser.

## 2 Materialer og Metoder

### 2.1 Eksponeringsmodeller

2 forudsætninger er nødvendige for opbygning af en eksponeringsmodel:

- en kildestyrkebeskrivelse af pesticidforekomsten i arbejdsmiljøet (source strength)
- en kvantificering af pesticideksponeringen på forsøgspersonen

Ved forsøgene med fyldning og udsprøjtning er **source strength** den pesticidmængde, der håndteres målt i kg aktivt stof. For re-entry forsøgene er det den løst bundne pesticidrest, der forekommer på kulturen ved re-entry tidspunktet, denne benævnes Dislodgeable Foliar Residue eller DFR.

DFR opgives med enheden  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ . Arealet angives som 1-sidigt, det vil sige det areal, som bladet dækker. Dosis er den totale dosis, som er ekstraheret af bladets 2 sider, hovedparten heraf findes på bladets overside.

Kvantificeringen af pesticideksponeringen af forsøgspersonen angives som den potentielle eksponering. Denne udtrykkes i mg ved fyldning og udsprøjtning og ved  $\mu\text{g}/\text{t}$  ved re-entry, og defineres i afsnit 2.2.

For Fyldning og udsprøjtning er modellen således:

Potentiel eksponering i mg/kg aktivt stof som er håndteret under arbejdet

For re-entry er modellen således:

$$\frac{\text{Potentiel eksponering } \mu\text{g}/\text{t}}{\text{DFR } \mu\text{g}/\text{cm}^2} = \text{Transferkoefficienten } \text{cm}^2/\text{time}$$

### 2.2 Måling af hudeksponering

Personlige værnemidler er en fælles betegnelse for al beskyttelsesudstyr, og omfatter således beskyttelsesbeklædning, arbejdsbeklædning samt beskyttelseshandsker.

I artiklen af Schneider et al., (1999) omhandlende en begrebsmodel for hudeksponeringens forskellige veje, redegøres for alle de væsentligste veje for hudeksponering fra kilden til hudoverfladen. Vi har valgt, at gennemføre undersøgelserne på det anvendte beskyttelsesudstyr (her beklædning og handsker), der normalt anvendes i frugtplantager og væksthuse under arbejde med pesticider. Ifølge det europæiske guideline dokument (OECD, 1997) kan eksponering måles ved flere forskellige metoder. Her er valgt, at gennemføre forsøgene efter "Whole body method" hvor eksponeringen kvantificeres på

henholdsvis underbeklædning, arbejdsbeklædning og beskyttelsesbeklædning; tillige bæres bomuldshandsker under beskyttelseshandskerne.

Til at karakteriserer et værnemiddels beskyttelsesevne, kræves en kvantificering af både den aktuelle og den potentielle eksponering.

Definitionen på et værnemiddels beskyttelsesevne målt i % er:

$$\text{Beskyttelsesevne} = 100\% - \frac{\text{Aktuel eksponering} * 100}{\text{Potentiel eksponering}}$$

For at kunne estimere den aktuelle eksponering har vi af flere grunde både praktiske og etiske (Kirknel & Sjelborg, 2003) valgt, at lade et langærmet og langbenet sæt bomuldsundertøj, et par bomuldshandsker samt en hue simulere den bare hud.

Den aktuelle eksponering estimeres som summen af:

- den dosis der findes på bomuldshandskerne, bomuldsundertøjet og huen
- den dosis som let kan afvaskes indvendig i beskyttelseshandskerne med vand tilsat en mild syntetisk sæbe, DIGR ( Dislodgeable Inner Glove Residue)

Er der i et forsøg fundet pesticid på indersiden af beskyttelseshandsken, er der to muligheder for vejen derind:

- gennemtrængning af beskyttelseshandsken
- indgang langs håndleddet

Derfor bør og er denne pesticidmængde medregnet til den aktuelle eksponering.

Den potentielle eksponering estimeres som summen af:

- den dosis der findes på bomuldshandskerne, bomuldsundertøjet og huen
- den dosis som let kan afvaskes indvendig i beskyttelseshandskerne med vand tilsat en mild syntetisk sæbe, DIGR ( Dislodgeable Inner Glove Residue)
- den dosis der findes på beskyttelseshandskerne efter den indvendige afvaskning
- den dosis der findes på arbejdsbeklædningen og beskyttelsesbeklædningen

I de situationer, hvor vi har afvejet fra OECD's guidelines (OECD, 1997), eller hvor der ikke kræves en bestemt metode, har vi måttet foretage nogle valg.

Følges OECD's guidelines(OECD, 1997) bør den samme person kun deltage i ét forsøg. Årsagen til dette er at den enkelte person udfører arbejdet specifikt for ham/hende, eksempelvis er omhyggelig, i modsætning til andre på arbejdspladsen. Anvendes samme person mange gange fås ikke personvariationen i datamaterialet som jo skulle afspejle "virkeligheden". Men på baggrund af de erfaringer som Kromhout & Vermeulen, (2001) har fra den hollandske database DERMDAT samt begrundelser beskrevet af Kirknel & Sjelborg, (2003) har vi her tilladt den samme forsøgsperson at deltage i flere forsøg. Dette er tilfældet indenfor alle fire scenarier.

### 2.3 Udvalgte aktive stoffer

Som modelstoffer er valgt følgende seks aktive stoffer: azoxystrobin, bitertanol, imidacloprid, kresoxim-methyl, pirimicarb og tolylfluand. I starten havde vi kun 4 aktive stoffer med. Men da brugen af pesticider ændres meget hurtigt, har vi måtte tilføje 4 nye for til sidst at gennemføre projektet med de seks nævnte.

Det skal understreges at pesticiderne er valgt som modelstoffer. Det har ikke været projektets mål at undersøge de enkelte pesticiders specifikke virkning i eksponeringsforsøg. Det blev planlagt at anvende ovennævnte række pesticider da de blev anvendt på de pågældende arbejdspladser.

Pesticiderne er valgt ud fra en formodning om et væsentligt forbrug i frugtavl og/eller i væksthuse. Der er medtaget forskellige typer af pesticider og forskellige typer af formuleringer. Før den endelige udvælgelse har vi fra litteraturen samlet relevante fysiske og kemiske egenskaber for de 6 pesticider, Bilag A.1.

Disse parametre har blandt andet indflydelse på de aktive stoffers fordampningsevne, hudgennemtrængelighed, nedbrydning på forskellige matrixer samt toksicitet. Både i Bichelrapporten, (1999) og i Kirsten Jensen rapporten, (2003) angives pesticidernes nedbrydelighed (persistens) som en vigtig faktor, når et pesticid skal vurderes. Derfor er det medtaget i databasen. Et stofs nedbrydelighed på en bladoverflade giver en indikation af, hvor længe stoffet forbliver på planterne.

TABEL 2.3-1. PESTICIDER DER INDGÅR I PROJEKTET.

Frugtavl til pærer og æbler						
Aktiv stof	Handelsnavn	Type <sup>3</sup>	g/kg-l	kg/ha	Skadevolder	Formulering
Bitertanol	Baycor WP 25	F	250	1,0	Skurv, meldug	Pulver
Kresoxim-methyl	Candit	F	500	0,2	Meldug	Granulat
Pirimicarb	Pirimor G	I	500	1,0	Bladlus	Granulat
Tolyfluanid	Euparen Multi	F	500	2,0	Skurv, gråskimmel	Granulat
Væksthus til pryplanter og tomater						
Aktiv stof	Handelsnavn	Type <sup>3</sup>	g/kg-l	dosis %	skadevolder	formulering
Azoxystrobin	Amistar <sup>1</sup>	F	250	0,200	Phytophthora	Væske
Azoxystrobin	Amistar <sup>2</sup>	F	250	0,080	Meldug	Væske
Imidacloprid	Confior WG 70	I	700	0,035	Bladlus	Granulat
Kresoxim-methyl	Candit	F	500	0,030	Meldug	Granulat
Pirimicarb	Pirimor G	I	500	0,050	Bladlus	Granulat
<sup>1</sup> Prydplanter						
<sup>2</sup> Tomater						
<sup>3</sup> F = Fungicid og I = Insekticid						

Af tabel 2.3-1 fremgår det hvilke pesticider der indgår i projektet

## 2.4 Den praktiske udførelse af forsøgene

### 2.4.1 Aftaler

Grundig information til de deltagende virksomheder var meget vigtig. Mange aftaler kom i stand efter et møde, hvorunder projektet og dets formål og mål blev præsenteret. Undertiden deltog også stedets sikkerhedsrepræsentant. Desuden blev forsøgspersonerne orienteret grundigt om hele forsøgsplanen, herunder specielt om tøjskiftet.

For at opsamle realistiske danske data blev alle forsøg gennemført på forskellige danske frugtplantager og væksthuse med ansatte som forsøgspersoner.

### 2.4.2 Beklædning

For at kunne opsamle den aktuelle eksponering bar alle forsøgspersoner inderst et sæt langærmet og langbenet bomuldsundertøj, et par bomuldshandsker samt et bomulds tørklæde, kaldet hue. Som arbejdsbeklædning bar de et par cowboybukser samt en langærmet skjorte eller en T-shirt. Under scenarierne med fyldning og udsprøjtning bar de herudover en beskyttelsesbeklædning bestående af en engangsdragt med hætte kaldet coverall. Ved re-entry scenarierne anvendtes en kortskaftet let nitrilhandske og ved fyldning og udsprøjtning en langskaftet kraftig nitrilhandske.

Det blev i projektet fravalgt at måle eksponering på fodtøj, herunder gummistøvler. Disse målinger ses ikke foretaget i den internationale litteratur. Vi kunne have udført disse målinger, men måtte begrænse projektet.

Luftmålinger er blevet foretaget i begrænset målestok, resultaterne indgår ikke i projektets hovedmodeller, men resultaterne ses i bilagene. Modellering af pesticideksponering gennem lungerne, er totalt afhængig af de enkelte pesticides fysiske egenskaber, især damptryk. Disse forsøg skal udføres for hvert enkelt pesticid.

Al underbeklædning samt arbejdsbeklædning var inden brug vasket 2 gange ved 90°C, første gang med sæbe uden blegemiddel og anden gang kun med vand. Øvrige oplysninger om det anvendte tøj fremgår af Bilag A.2.

Alle forsøgspersoner skiftede selv til det udleverede tøj efter instruktion fra en projektmedarbejder. Her blev fulgt en udarbejdet protokol 4104-05:

”Protokol for påklædning af forsøgsperson samt aftagning af beklædning efter forsøg. Opdeling af beklædning samt emballering og transport”.

Ved underbeklædning og arbejdsbeklædning blev undertrøjen/T-shirt/skjorten før forsøgets start sat udover bukserne.

Efter forsøget måtte tøjet først tages af efter vejledning fra projektmedarbejderen. Forsøgspersonen tog selv beskyttelsehandskerne af uden at vende dem om. Bomuldshandskerne beholdt man på indtil coverall og arbejdsbeklædningen var aftaget. Når arbejdsbeklædningen var taget af afleverede man bomuldshandskerne og forsøgspersonen gik i enerum. Forsøgsmedarbejderen tog imod underbeklædningen. Alt tøj blev anbragt på et rent stykke Labsorbpapir indtil deling og indpakning efter protokol 4104-01:

”Protokol for kodning af prøver samt opdeling af beklædning” samt førnævnte protokol 4104-05

I rapporten benævnes de enkelte beklædningsdele for prøvetyper efterfulgt af et nummer. Dette nummer henviser til hvor på kroppen prøvetypen stammer fra (figur 2.4.8-1).

Før forsøgsstart blev alle deltagerne informeret om projektets formål og mål, og forsøgsplanen blev gennemgået. Deltagerne blev bedt om at gennemføre arbejdet som vanligt. Som start til ethvert forsøg, vaskede både projektmedarbejderne og forsøgspersonerne hænder. Under alle forsøgene var der mindst én projektmedarbejder til stede for eventuelt at kunne svare på opklarende spørgsmål samt for at løse akutte problemer.

Ved behov for toiletbesøg, skiftedes begge typer af handsker.

### 2.4.3 Scenarier i frugtavlen



#### **2.4.3.1 Fyldning og udsprøjtning**

Dette scenarium omfattede en kombineret arbejdsfunktion, hvor pesticidet blev afmålt og fyldt i tanken samt en efterfølgende udsprøjtning med tagesprøjte. Her blev testet både coverall, arbejdsbeklædning, og beskyttelseshandsker af typen nitrilhandsker. Under forsøget var det ikke tilladt at vaske handskerne, selvom det er praksis.

#### **2.4.3.2 Re-entry**

Re-entry omfattede én arbejdsfunktion, plukning af de sprøjtede æbler. Her blev testet arbejdsbeklædning og beskyttelseshandsker af typen let nitrilhandsker.

### 2.4.4 Scenarier i væksthuse



#### **2.4.4.1 Fyldning og udsprøjtning**

Ved dette scenarium blev pesticidet afmålt og fyldt i tanken, hvorefter en udsprøjtning med en håndholdt sprøjte fandt sted. Her blev testet både coverall, arbejdsbeklædning, samt beskyttelseshandskerne af typen nitrilhandsker. Under forsøget var det ikke tilladt at vaske handskerne, selvom det er praksis.

#### **2.4.4.2 Re-entry**

Dette scenarium inkluderede mange forskellige arbejdsfunktioner med de behandlede pottedplanter samt plukning af agurker. Her blev testet arbejdsbeklædning og beskyttelseshandskerne af typen let nitrilhandsker.

### 2.4.5 Udtagning til DFR

Ved de fyldning og udsprøjtningforsøg der blev efterfulgt af re-entry forsøg, blev der udtaget prøver af bladene. Disse blev anvendt til kvantificeringen af pesticidkoncentrationen på de behandlede kulturer (DFR). I frugtavlen blev der udtaget det antal blade, der svarer til et samlet areal på ca. 200 cm<sup>2</sup>. I



væksthusene det antal der svarer til ca.150 cm<sup>2</sup>. Antallet af blade afhænger derfor af kulturen.

I væksthuse blev prøverne udtaget jævnt fordelt over det behandlede areal, dog ikke i udkanterne af bordene. I frugtavl var udtagningsstederne spredt over 6-8 træer.

Bladene blev klippet fra planterne direkte ned i en plastpose, fotograferet og ekstraheret på stedet efter Protokol 4104-03:

”Protokol for metode og pakkedate til ekstraktion af blade med RDX kolonner på manifold i frugtavl og i væksthuse”.

På laboratoriet blev det samlede bladareal bestemt ved hjælp af computerprogrammer se afsnit 2.4.6. Der blev udtaget 3 prøver til 4 tider. Første udtagning var før udsprøjtningen, dernæst blev der udtaget prøver, når bladene var tørret op og endelig lige før og efter et re-entryforsøg.

#### 2.4.6 Bestemmelse af de samlede bladarealer til DFR



De udtagne blade samt et papstykke med kendt areal blev anbragt på en lyskasse med en overliggende glasplade. Bladene blev glattet helt ud. Med digital kamera blev hver udtagning fotograferet uden indfald af falsk lys. Der blev taget minimum 2 billeder af hver prøve. Til digital beskæring af billederne blev anvendt EDB programmet ”Image Composer”. Arealbestemmelsen blev foretaget i ”Image Tool 3” med efterfølgende databehandling med Excel.

#### 2.4.7 Udtagning af luftprøver



En ny metode til luftmålinger, hvor det er muligt at bestemme flere forskellige partikelstørrelser samtidig, lod vente på sig. Efter drøftelser med Arbejds miljøinstituttet besluttede vi i stedet at gennemføre dem efter en metode modtaget fra England. Luftanalyserne blev gennemført med en CIS kassette. I kassetten blev indsat 2 filtre, et partikelfilter samt en prop af polyurethan til opsamling af gasser (Kenny & Stancliffe, 1997), (Kenny et al., 1997). Luft blev suget gennem kassetten ved hjælp af en batteridrevet pumpe med 2 l/ minut. Pumpernes ydeevne var før brug kontrolleret hos MikroLab, Århus.

Luftprøverne blev udtaget i frugtplantagerne, i traktorhusene og i væksthuse. Der blev opsamlet prøver i samme tidsrum som de enkelte forsøg blev gennemført.

#### 2.4.8 Emballering, transport og opbevaring af prøver



Kodning af prøverne blev gennemført efter Protokol 4104-01:

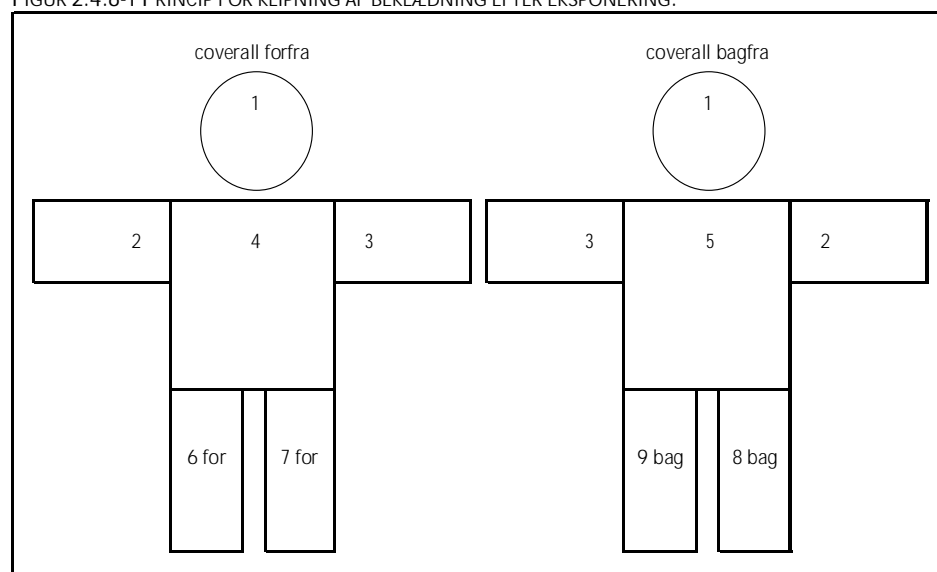
”Protokol for kodning af prøver samt opdeling af beklædning”.

Emballering, transport og opbevaring af prøver blev gennemført efter Protokol 4101-05:

”Protokol for påklædning af forsøgsperson samt aftagning af beklædning efter forsøg. Opdeling af beklædning samt emballering og transport”.

De store beklædningsstykker blev før emballering klippet op som vist på figur 2.4.8-1 og de enkelte dele benævnes i rapporten som prøvetyper efterfulgt af et tal. Under opdelingen blev der altid klippet, så sømmene kom med til prøvetype 4 for overkroppen og for underkroppen med de 2 ”V og H ben for”. Prøvetyperne og handskerne blev pakket enkeltvis i stanniol. Handsker blev transporteret i hver sin metalkasse, og prøvetyperne i hver sin plastpose. Alle pakninger var entydigt kodet.

FIGUR 2.4.8-1 PRINCIP FOR KLIPNING AF BEKLÆDNING EFTER EKSPONERING.



Med et eksempel fra coverall viser figur 2.4.8-1 hvordan alle tre beklædningstyper blev delt før emballering.

Alle prøver blev anbragt i transportable kølekasser med frostelementer. Efter registrering på laboratoriet blev de opbevaret ved  $-18^{\circ}\text{C}$  indtil analyse.

## 2.5 Kemisk analyse

Alle analyser blev gennemført på laboratoriet ved Danmarks JordbrugsForskning, Forskningscenter Flakkebjerg, Afdeling for Plantebeskyttelse og Skadedyr. Laboratoriet er GLP godkendt og retningslinierne i Quality control procedures for Pesticide Residues analysis (EU 2000, 2004) er fulgt, blot er metoderne kun valideret på Flakkebjerg.

### 2.5.1 Kemikalier

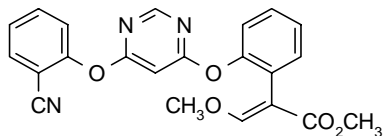
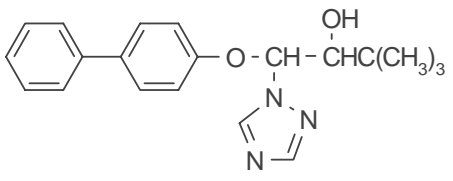
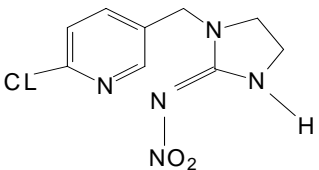
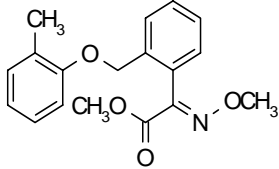
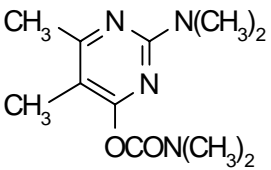
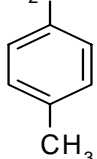
Som ekstraktionsmidler blev anvendt både acetonitril og methanol fra Rathburn i HPLC grade, samt Triton X-100 fra Merck. Alle standarder var certificerede standarder fra Dr. Ehrenstorfer i Tyskland. Som eluenter anvendtes acetonitril 1.00030 fra Merck, ammonium acetat 159.039 fra Merck og Milli Q vand. Endvidere blev der anvendt RDX kolonner, Sep-Pak med propak fra Waters, Whatmann filtre GF/A 3,7 cm til partikelanalyser og

polyuretanpropper til gasanalyser samt CIS kassetter fra J S Holdings i London.

## 2.5.2 Chromatografiske parametre

Til kvantificering af eksponeringen anvendtes en HPLC 1100 fra Agilent Technologies med massespektrometer. Eluenterne var (60% (10 mM ammoniumacetat) og 40% ((90% acetonitril) + (10% 10 mM ammoniumacetat))). Der blev anvendt en 25 cm certificeret kolonne BDS Hypersil C18 på 5 µm fra Thermo forhandlet af Polygen i DK. Der blev analyseret med dobbelt injektion på specifikke ioner ved positiv elektropray ionisering. De forskellige ioner fremgår af Tabel 2.5.2-1. Til kvantificering blev anvendt kalibreringskurver med 4 relevante koncentrationer. De 6 aktive stoffer havde retentionstider mellem 4 og 22 minutter.

TABEL 2.5.2-1 DE 6 AKTIVE STOFFER MED STRUKTUR OG ION.

Aktiv stof	Struktur	m/z
Azoxystrobin		372
Bitertanol		338
Imidcloprid		256
Kresoxim-methyl		267
Pirimicarb		239
Tolyfluanid	$(\text{CH}_3)_2\text{NSO}_2\text{NSCCl}_2\text{F}$ 	238

### 2.5.3 Analyse af beskyttelseshandsker



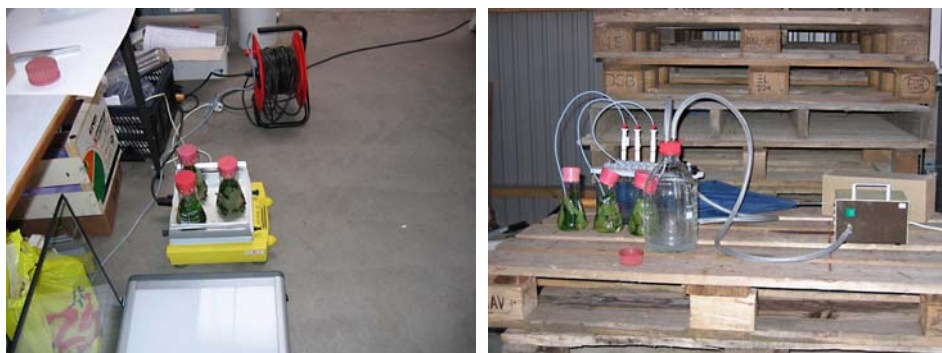
For beskyttelseshandskerne blev der indledt med den indre ekstraktion, DIGR (Dislodgeable Inner Glove Residue). Handskerne blev hængt op og ekstraktionen blev udført med MilliQ vand tilsat Triton X som beskrevet i (Kirknel & Sjelborg, 2003). Til nitrilhandsken blev der tilsat 1.500 ml, til let nitrilhandsken 500 ml. Efter 30 minutters henstand og efterfølgende omrøring blev væsken suget op. Ekstraktet blev påført en klargjort RDX kolonne. Efter eluering og fortynding (1+1) med MilliQ vand blev pesticiderne kvantificeret ved LCMS.

Før totalekstraktionen blev nitrilhandskerne klippet i stykker. Hver enkelt handske blev anbragt i et 2 L glas med teflonlag. Der blev ekstraheret med henholdsvis 500 og 250 ml af en blanding af (acetonitril+methanol) (1+1). Efter henstand på køl natten over, blev glasset sat i en skumgummihætte og ekstraheret mekanisk i 30 minutter. Efter fortynding (1+1) blev de aktive stoffer kvantificeret ved LCMS.

### 2.5.4 Analyse af bomuldshandsker og beklædningsprøvetyper

Alle prøvetyperne fra beklædningen blev ekstraheret som beskrevet under totalekstraktionen for beskyttelseshandskerne med en blanding af (acetonitril + methanol) (1+1). Efter fortynding blev der kvantificeret ved LCMS. Ved ekstraktionen af de forskellige prøvetyper varierede mængden af ekstraktionsmiddel fra 250 ml til 500 ml efter de respektive arealer af prøvetyperne.

### 2.5.5 Analyse af blade



Efter fotografering blev de udtagne blade ekstraheret på forsøgsstedet med MilliQ vand tilsat Triton X  $0,004 \text{ ml l}^{-1}$ . Efter behandling på rysteapparat blev ekstraktet påsat RDX kolonner som var opsat på en manifold. De kodede kolonner blev indpakket i plastposer, opbevaret og transporteret i køleboks

med frostelementer. Efter registrering på laboratoriet blev de opbevaret ved  $-18^{\circ}\text{C}$ . Elueringen fra RDX kolonnerne blev gennemført ved samme teknik som for den indre ekstraktion af beskyttelseshandskerne. Her blev anvendt Protokol 4101-03:

”Protokol for metode og pakkelse til ekstraktion af blade med RDX kolonner på manifold i frugtavl og i væksthuse”, samt Protokol 4104-04:

”Protokol for re-entry i frugtavl og i væksthuse”.

## 2.5.6 Analyse af partikelfiltre og polyuretanprop til gasanalyser fra luftanalyserne

Efter gennemførelse af luftmålingerne blev partikelfiltre og polyuretanprop til gasanalyser indpakket hver for sig i stanniol og opbevaret i plastpose ved  $-18^{\circ}\text{C}$  til ekstraktion. Til hvert filter og hver polyuretanprop til gasanalyser blev der tilsat 10 ml (acetonitril+methanol) (1+1) og efter henstand natten over blev glassene sat på ultralyd i en halv time. Efter fortynding (1+1) med vand blev de aktive stoffer detekteret ved LCMS.

## 2.6 Metodevalidering

Ved projektets start blev der gennemført metodevalidering for de 4 pesticider, der på det tidspunkt var med i projektet. Der var tilfredsstillende resultater med acceptable detektionsgrænser for alle 4 aktive stoffer. (azoxystrobin, bitertanol, kresoxim-methyl og pirimicarb). På grund af skiftende brug af pesticider både i væksthuse og i frugtavl, forsøgte vi i april 2003 at tilføje endnu 4 nye aktive stoffer (fipronil, imidacloprid, spinosad og tolylfluonid). Dette tiltag bevirkede imidlertid, at vi blev nødsaget til at ændre ekstraktionsmidlet fra ethanol til (acetonitril+methanol) (1+1), hvilket krævede en fornyet metodevalidering. Senere blev fipronil og spinosad fjernet igen.

### 2.6.1 Tilsætningsforsøg

Af analysetekniske grunde blev prøverne analyseret i batch med hver prøvetype for sig. Sammen med en batch blev der til den aktuelle prøvetype tilsat de 6 aktive stoffer i to koncentrationsniveauer. En blindprøve samt de to tilsætningsprøver fulgte hele analysegangen med en batch.

### 2.6.2 Detektionsgrænser

Til beregning af detektionsgrænsen (LOD) blev nedenstående formel anvendt:

$$\text{LOD} = \frac{s * 3 * \text{tilsat mængde}}{\text{gennemsnit af genfundet mængde}}$$

hvor s = standardafvigelsen indenfor den aktuelle serie.

LOD bestemmelserne blev udført som mindst 6 bestemmelser af tilsætninger i et niveau tæt på den forventede detektionsgrænse.

### 2.6.3 Stabilitetsforsøg

De indsamlede prøver blev opbevaret på frost i længere eller kortere tid før ekstraktion, hvorfor der blev gennemført stabilitetsforsøg for alle

prøvetyperne. De 6 aktiv stoffer blev tilsat i to niveauer. Prøverne blev emballeret og opbevaret på frost, og fulgte derefter hele analysegangen i en batch.

## 2.7 Statistisk behandling af resultater

Præsentation af eksponeringsdata kan gøres på mange måder. I EUROPOEM databasen har man valgt at udtrykke datamaterialet i fraktiler. Fraktiler beskriver hvilken værdi der i et stigende sorteret datasæt forefindes som den højeste ved en nærmere angivet procentdel af det totale datasæt.

Fraktiler anvendes internationalt i eksponeringsmodeller, hvorfor disse også er anvendt i denne rapport.

Da eksponeringsdata oftest er logaritmisk normalfordelt, (van Hemmen et al., 2002), (Kirknel et al., 1997) ville det geometriske gennemsnit være en naturlig midtpunktsværdi. Men denne anvendelse er ikke korrekt til risikovurderinger. Derimod er det aritmetriske gennemsnit mere relevant. Da den nominelle værdi af det aritmetriske gennemsnit og 75%-fraktilen for en logaritmisk normalfordeling ofte falder sammen, anvender man ofte 75%-fraktilen. Betingelsen for at aritmetrisk gennemsnit og 75%- fraktilen falder sammen, er at den logaritmiske normalfordeling har en standardafvigelse på ca.4. Dette er der ikke undersøgt for i EUROPOEM's database, hvilket kan give fejlagtige konklusioner.

Specielt i undersøgelser med lave eksponeringsværdier er det en fordel at anvende fraktiler frem for et gennemsnit. Her sætter detektionsgrænsen den nedre grænse. Anvendes disse værdier (eller ½ heraf) som data, vil 75%-fraktilen ikke påvirkes. Derimod vil det aritmetriske gennemsnit naturligvis blive påvirket

Projektets datamateriale illustreres både ved diagrammer med den procentiske fordeling af eksponeringen, og ved de omtalte fraktiler med tilhørende udregninger. Hermed kan resultaterne sammenlignes både med de tilsvarende udenlandske undersøgelser og med EUROPOEM. Se kapitel 3.

Alle eksponeringsresultater blev indført i Exceldatabaser, hvorefter følgende parametre blev udregnet: geometrisk gennemsnit (Geo. gns.), geometrisk standardafvigelse (GSD), aritmetisk gennemsnit (Ar. gns.), aritmetisk standardafvigelse (Ar. s), antal målinger (n), min., max. samt de 6 valgte fraktiler, (95%, 90%, 75%, 50%, 25% og 10%).

Alle datasæt i figurerne i kapitel 3 er blevet testet med programmet log Norm2, version 2.9 (InTech Software Corp).

Grundet erfaringerne med EUROPOEM blev det valgt at teste for logaritmisk normalfordeling, eller normalfordeling ved hjælp af Shapiro Wilks W-test. Den fordeling der bedst beskrev data, anvendes forudsat at begge fordelinger ikke blev forkastet. Forkastes begge fordelinger vælges den nonparametriske fordeling.

I kapitel 3 består figurerne af søjler som repræsenterer gennemsnittet af data, MVUE.

Logaritmisk normalfordelte og normalfordelte datasæt i nævnte figurer er angivet ved mørke (ved farveprint himmelblå) søjler, nonparametriske fordelinger er hvide. Det er valgt ikke at indikere hvilke fordelinger der er logaritmisk normalfordelte og hvilke der er normalfordelte. Dog kan det umiddelbart ses at de logaritmisk normalfordelte er asymmetriske.

MVUE (Minimum Variance Unbiased Estimate) er det mest foretrukne punkttestimat for det sande gennemsnit ved logaritmisk normalfordelinger (Attfield og Hewett, 1992). Ved anvendelse af MVUE kom vi over ulemperne ved ukritisk at anvende fraktiler som i EUROPOEM. Selv om udtrykket MVUE også er defineret for andre fordelinger benyttes det i denne rapport alene for punkttestimatet for det sande gennemsnit i en logaritmisk normalfordeling.

MVUE er angivet med 95% sikkerhedsgrænse som øvre og nedre grænse (Lands UCL og LCL, Upper- og Lower Confidential Limit (Land C. E., 1972)). For normalfordelinger gælder dette ligeledes. For Normale fordelingers gennemsnit blev der beregnet 95% konfidensgrænser ved brug af Students t-fordeling

Ved den nonparametriske fordeling er kun angivet det aritmetiske gennemsnit, dvs. ingen konfidensgrænser.

I afsnit 6 Konklusioner er alle estimater baseret på logaritmisk normalfordelte data, undtaget transferkoefficienten for kroppen i frugtavl (normalt fordelt, her angives Ar. gns.), beskyttelseevnen for coverall anvendt ved fyldning og udsprøjtning i væksthuse (nonparametrisk) samt beskyttelseevnen for arbejdsbeklædningen i re-entry frugtavl og væksthuse (nonparametrisk). For en nonparametrisk fordeling gælder at grænserne for gennemsnittet godt nok kan beregnes, men ikke har nogen mening.

Dog har vi behandlet disse nonparametriske datamaterialer som logaritmisk normalfordelte, da Shapiro Wilks W-test for "ikke at forkaste logaritmisk normalfordeling" var tæt på grænsen. Dette satte os i stand til at angive et 95% interval for gennemsnittet.

### 2.7.1 Metode til sammenligninger af de enkelte prøvetyper

For bedre at kunne sammenligne de enkelte tøjstykker (beskyttelsesbeklædning, arbejdsbeklædning og underbeklædning) og tøjtyper (hue, torso, ærmer, bukseben og handsker) blev det valgt at analysere logaritmen til eksponeringen i stedet for de utransformerede værdier af to grunde:

- Spredningen på de observerede værdier synes at være tilnærmelsesvis proportionale med den registrerede værdi, hvorfor forudsætningen om varianshomogenitet vil være væsentlig bedre opfyldt for logaritmetransformerede værdier end for de utransformerede værdier.
- Det forventes at eksponeringen på de enkelte tøjtyper og prøvetyper vil være tilnærmelsesvis proportionale således at hvis f. eks. eksponeringen på trøjens forstykke ("Torso for") var dobbelt så stor på beskyttelsesbeklædningen som på arbejdsbeklædningen, så vil vi også forvente en ca. dobbelt så stor eksponering på de øvrige dele af beskyttelsesbeklædningen. Ved analyse af logritmerede værdier vil



proportionale effekter ikke udvise vekselvirkninger, hvorfor signifikante vekselvirkninger betyder at effekterne ikke er proportionale..

Anvendelsen af logaritmer bevirker at de tilbagetransformerede gennemsnitstal svarer til geometrisk gennemsnit for de utransformerede data. De tilbagetransformerede gennemsnit er derfor væsentlig mindre end de aritmetiske gennemsnit vist andre steder i rapporten. Resultaterne fra disse sammenlignende analyser vises i afsnit 3.5, mens grunddata for analyserne er vist grafisk i Bilag A.7.

### 2.7.1.1 Fyldning og udsprøjtning

logaritmen til eksponeringen på de enkelte prøvetyper blev analyseret i en lineær mixed model, som medtog hovedeffekterne af formulering, aktivt stof, tøjtype og prøvetype samt 2- og 3-vejs vekselvirkning med formulering, tøjtype og prøvetype. Person og person×tøjtype blev inddraget som tilfældig effekt for at kunne tage hensyn til evt. korrelation mellem observationer fra samme person og samme tøjtype. Tøjstykker og handsker blev analyseret hver for sig. Matematisk kan modellen skrives således:

$$Y_{fmatp} = \mu + \alpha_m + \beta_{a(m)} + \gamma_t + \delta_p + (\gamma\delta)_{ip} + (\alpha\gamma)_{mi} + (\alpha\delta)_{mp} + (\alpha\gamma\delta)_{mip} + (\beta\gamma)_{at(m)} + (\beta\delta)_{ap(m)} + (\beta\gamma\delta)_{atp(m)} + C_{fma} + D_{fmat} + E_{fmatp}$$

hvor

$Y_{fmatp}$  er logaritmen til afsætningen på tøjtype  $t$ 's prøvetype  $p$  for person  $f$  med aktivt stof  $a$  i formulering  $m$

$\mu, \alpha_m, \beta_{a(m)}, \gamma_t, \delta_p, (\gamma\delta)_{ip}, (\alpha\gamma)_{mi}, (\alpha\delta)_{mp}, (\alpha\gamma\delta)_{mip}, (\beta\gamma)_{at(m)}, (\beta\delta)_{ap(m)}$  og  $(\beta\gamma\delta)_{atp(m)}$

er hoved og vekselvirknings effekter

$C_{fma}, D_{fmat}$  og  $E_{fmatp}$  er tilfældige effekter af henholdsvis person, tøjtype for det enkelte person samt den enkelte prøvetype

$C_{fma}, D_{fmat}$  og  $E_{fmatp}$  antages at være indbyrdes uafhængige og normalfordelte med middelværdien 0 og varianserne henholdsvis  $\sigma_C^2, \sigma_D^2$  og  $\sigma_E^2$

### 2.7.1.2 Re-entry

logaritmen til eksponeringen på de enkelte prøvetyper blev analyseret i en lineær mixed model, som medtog hovedeffekterne af formulering, tøjtype og prøvetype samt 2- og 3-vejs vekselvirkning med formulering, tøjtype og prøvetype. For re-entry i væksthuse blev arbejdsfunktionen også inddraget i modellen. Udsprøjtning, person, udsprøjtning×tøjtype og person×tøjtype blev inddraget som tilfældig effekt for at kunne tage hensyn til evt. korrelation mellem observationer fra samme udsprøjtning, person og tøjtype. Tøjstykker og handsker blev analyseret hver for sig. Matematisk kan modellen skrives således:

$$Y_{fmrtp} = \mu + \alpha_m + \beta_a + \gamma_t + \delta_p + (\gamma\delta)_{tp} + (\alpha\gamma)_{mt} + (\alpha\delta)_{mp} + (\alpha\gamma\delta)_{mp} + (\beta\gamma)_{at(m)} + (\beta\delta)_{ap(m)} + (\beta\gamma\delta)_{ap(m)} \\ + A_{fm} + B_{fmr} + C_{fmi} + D_{fmir} + E_{fmrtp}$$

hvor

$Y_{fmrtp}$  er logaritmen til afsætningen på tøjtype  $t$ 's prøvetype  $p$  for person  $r$  i udsprøjtning  $f$  med arbejdssituation  $a$  i formulering  $m$

$\mu, \alpha_m, \beta_a, \gamma_t, \delta_p, (\gamma\delta)_{tp}, (\alpha\gamma)_{mt}, (\alpha\delta)_{mp}, (\alpha\gamma\delta)_{mp}, (\beta\gamma)_{at(m)}, (\beta\delta)_{ap(m)}$  og  $(\beta\gamma\delta)_{ap(m)}$

er hoved og vekselvirknings effekter (effekter indeholdede  $\beta$  er kun inkluderet for reentry i væksthus)

$A_{fm}, B_{fmr}, C_{fmi}, D_{fmir}$  og  $E_{fmrtp}$  er tilfældige effekter af henholdsvis udsprøjtning, person, tøjtype i den enkelte udsprøjtning, tøjtype for den enkelte person samt den enkelte prøvetype

$A_{fm}, B_{fmr}, C_{fmi}, D_{fmir}$  og  $E_{fmrtp}$  antages at være indbyrdes uafhængige og normalfordelte med middelværdien 0 og varianserne henholdsvis  $\sigma_A^2, \sigma_B^2, \sigma_C^2, \sigma_D^2$  og  $\sigma_E^2$

# 3 Resultater

## 3.1 Databehandling af resultaterne

Alle rådata blev indsat i 5 Excel databaser, specielt tilrettet dette projekt.

- Fyldning og udsprøjtning i frugtavl
- Fyldning og udsprøjtning i væksthuse
- Re-entry i frugtavl (kropseksponering)
- Re-entry i frugtavl (håndeeksponering)
- Re-entry i væksthuse

Ud over rådata indeholder databaserne alle praktiske oplysninger fra alle forsøgene.

Ved eksponeringsstudier som disse, er det valgt at angive analyseresultater selvom de er mindre end detektionsgrænsen, LOD (Limit Of Detection). I et notat fra Environmental Protection Agency (U.S. EPA, 2000) vedtages det, at alle sådanne resultater rapporteres med værdien for  $0,5 \cdot \text{LOD}$ . Dette princip er fulgt i dette projekt.

I nedenstående tilfælde har vi måttet substituere data:

- Ved 32% af re-entry scenarierne viste det sig, at den ene eller begge let nitrilhandsker var blevet beskadiget under forsøget (svarende til 20% af alle let nitrilhandskerne). Hullerne kunne ikke ses før analysestart, men den indre ekstraktion var umulig. For ikke at miste hele datasættet, er der i databasen blevet substitueret med den værdi, der blev fundet ved indre ekstraktion af den anden handske eller med 75%-fraktilen for alle øvrige ekstraktioner.
- Ekstraktet fra en indre ekstraktion fra en venstre handske gik tabt. Der blev substitueret med resultatet fra den højre.
- En person ved re-entry i frugtavl kunne ikke passe de udleverede cowboybukser. Der blev substitueret med 75%-fraktilen beregnet fra de øvrige forsøgspersoner i dette scenarium.
- En anden person ved fyldning og udsprøjtning i frugtavl kunne ikke passe de udleverede cowboybukser. Der blev substitueret med 75%-fraktilen fra de øvrige forsøgspersoner i dette scenarium.
- I et re-entryforsøg med fire personer i frugtavl, var det for koldt til at omklæde til det udleverede tøj. For ikke at miste disse 4 datasæt blev databasen for re-entry delt i to, og resultaterne fra dette forsøg indgår i Databasen for håndeeksponering.

I databaserne blev rådata justeret for genfindelsesprocenter og for visse prøvetyper blev der tillige justeret i forhold til stabilitetsforsøgene. Eksponeringen for alle enkelte prøvetyper samt den samlede på hver beklædningsstype blev beregnet i  $\mu\text{g}/\text{time}$ . Til brug for beregningen af beskyttelsesevnen udregnedes tillige den aktuelle eksponering i procent af den potentielle eksponering.

### 3.1.1 Tilsætningsforsøg

Tilsætningsforsøgene blev gennemført for at kunne justere rådata med aktuelle genfindingsprocenter.

Genfindingsforsøgene blev gennemført i to niveauer 10  $\mu\text{g}$  og 100  $\mu\text{g}$  på alle prøvetyper. Til justering blev der generelt anvendt et gennemsnit af resultaterne fra de to niveauer. For enkelte prøvetyper blev dog anvendt to forskellige genfindingsprocenter. Dette var kun tilfældet med det aktive stoffet tolylfluamid for coverall, de to indre ekstraktioner af beskyttelseshandskerne, RDX kolonnerne samt for de to filtre til luftanalyserne.

Justeringerne af stabilitetsresultaterne blev gennemført som for rådata. De laveste genfindingsprocenter blev fundet for coverall, letnitril- og nitrilhandsker.

De anvendte genfindingsprocenter fremgår af Bilag A.3.

### 3.1.2 Detektionsgrænser

Alle detektionsgræsebestemmelser blev udført på 6-8 enkeltbestemmelser. Prøvetyperne blev tilsat de 6 aktive stoffer i et niveau lidt højere end den forventede detektionsgrænse. LOD værdierne var lavest ved polyuretanprop til gasanalyser og partikelfiltre til luftanalyserne samt RDX kolonner og højest ved coverall og de to typer beskyttelseshandsker. Detektionsgrænserne var generelt højest for stoffet tolylfluamid.

De anvendte detektionsgrænser fremgår af Bilag A.4.

### 3.1.3 Stabilitetsforsøg

Stabilitetsforsøgene blev gennemført i to niveauer 10  $\mu\text{g}$  og 100  $\mu\text{g}$ . Prøvetyperne blev emballeret og opbevaret som de eksponerede prøvetyper. Stabilitetsprøverne blev opbevaret på frost i samme antal dage eller længere end de indsamlede prøver indenfor hver prøvetype. De blev analyseret i batch sammen med blindprøver, tilsætningsprøver og indsamlede prøver.

Resultaterne fra stabilitetsforsøgene blev justeret for genfindingsprocenten for den aktuelle prøvetype. Resultaterne fra stabilitetsforsøgene fremgår af Bilag A.5.

For langt de fleste prøvetyper lå de justerede gennemsnitsresultater fra stabilitetsforsøgene mellem 84 og 122%. Kun hvor stabilitetsforsøgene viste resultater udenfor dette område, blev rådata justeret

## 3.2 Resultater fra forsøg med fyldning og udsprøjtning

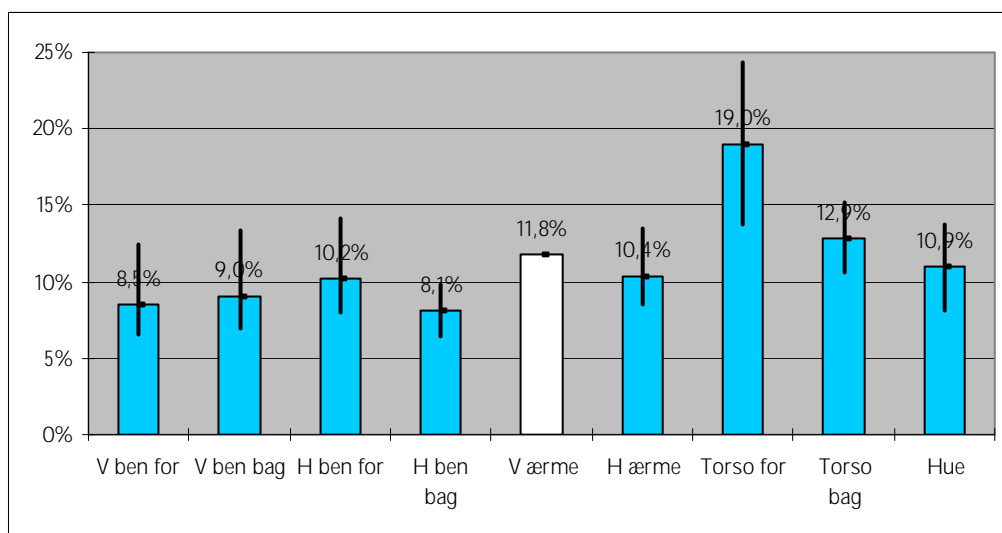
### 3.2.1 Frugtavl

Fra maj 2003 til september 2004 blev der gennemført 17 forsøg med 12 forskellige personer i 5 forskellige frugtplantager beliggende på Fejø, Fyn, Lolland samt på Sjælland. Forsøgene blev gennemført på æbler og pærer. Der var 13 forsøg med granulatformulering og 4 med pulverformulering. Alle forsøgspersoner var mænd.

TABEL 3.2.1-1. BAGGRUNDSOPLYSNINGER TIL FØRSØGENE MED FYLDNING OG UDSPRØJTNING I FRUGTAVL.

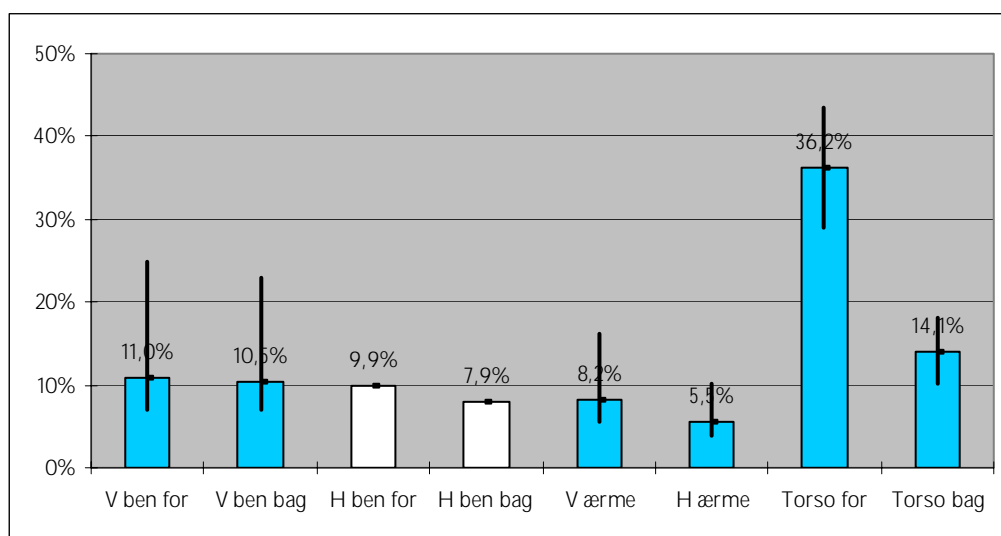
	Alder, år	Erfaring, år	Ejendomsstørrelse, ha	Sprøjtet areal, ha	Tankvolumen, L	g. akt. stof håndteret	L vand/ha udsprøjtet	Total arbejdstid, min.
Geo. gns.	37,6	13,0	26,7	3,3	1.051	1.113	224	144
GSD	1,5	2,8	1,3	1,5	1,2	2,7	1,2	1,3
Ar. gns.	40,6	19,8	27,8	3,5	1.062	1.710	227	149
Ar. s	16,4	16,3	9,3	1,2	175	1.531	40	35
n	17	17	17	17	17	17	17	17
Min	22,0	2,0	22,0	1,0	1.000	250	177	60
Max	64,0	50,0	52,0	5,0	1.550	5.000	300	195
95%-fraktil	63,2	49,2	52,0	5,0	1.510	5.000	289	195
90%-fraktil	61,2	40,6	38,8	5,0	1.200	3.800	286	190
75%-fraktil	60,0	35,0	25,0	4,0	1.000	2.500	250	175
50%-fraktil	34,0	15,0	25,0	3,5	1.000	1.250	202	142
25% fraktil	28,0	5,0	24,0	3,0	1.000	400	200	130
10%-fraktil	23,0	5,0	22,6	2,1	1.000	375	194	121

#### 3.2.1.1 Resultater fra kropseksponeringen



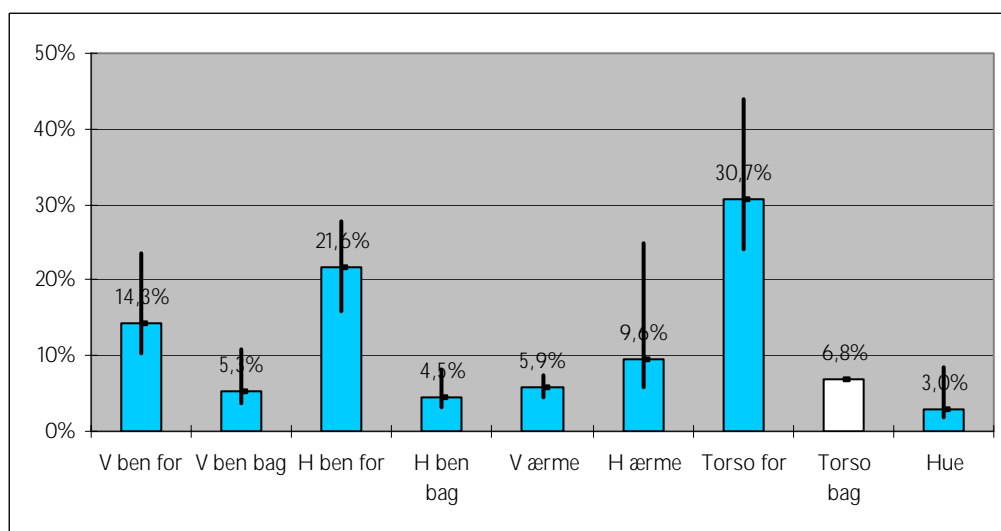
FIGUR 3.2.1.1.-1. DEN PROCENTUELLE FORDELING AF DEN SAMLEDE EKSPONERING PÅ UNDERBEKLÆDNING. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I FRUGTAVL. FORKLARING PÅ DE FØRSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

I Figur 3.2.1.1-1 ses højest eksponering på "Torso for". Alle de øvrige kropsdele eksponeres omkring 10%.



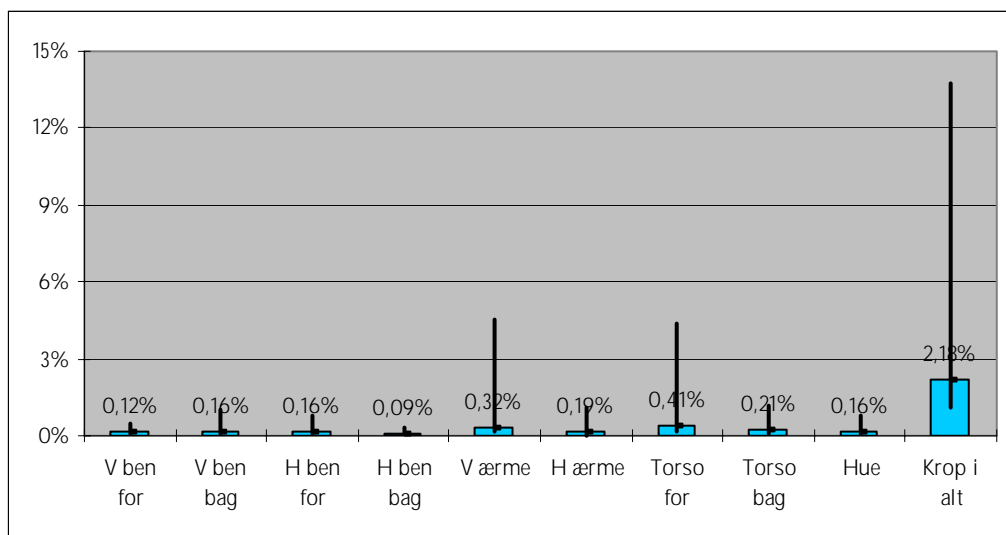
FIGUR 3.2.1.1-2. DEN PROCENTUELLE FORDELING AF DEN SAMLEDE EKSPONERING PÅ ARBEJDSBEKLÆDNING. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I FRUGTAVL. FORKLARING PÅ DE FØRSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.2.1.1-2 fremgår det at eksponeringen på "Torso for" igen var højest. De øvrige kropsdele eksponeres mellem 5,5% og 14,1%.



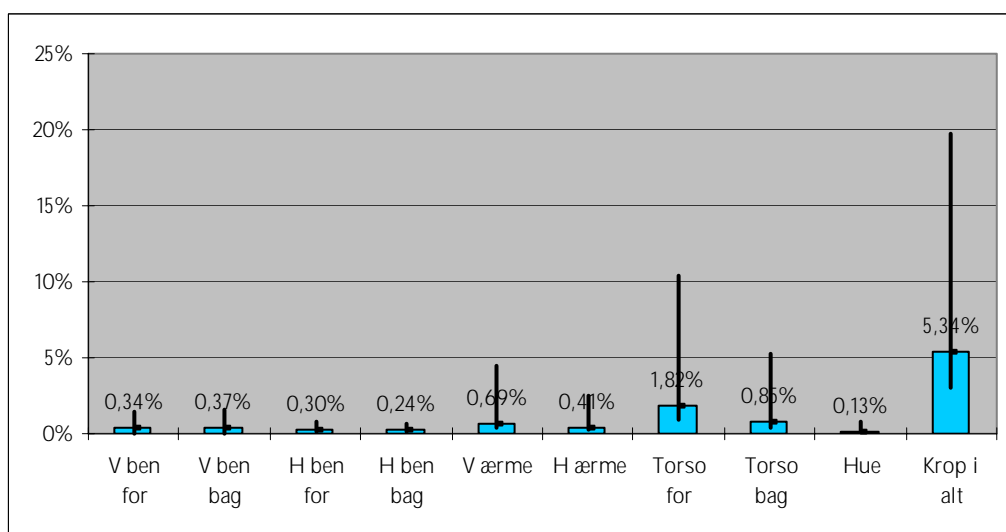
FIGUR 3.2.1.1-3. DEN PROCENTUELLE FORDELING AF DEN SAMLEDE EKSPONERING PÅ COVERALL. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I FRUGTAVL. FORKLARING PÅ DE FØRSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.2.1.1-3 fremgår det at eksponeringen på "Torso for", "H ben for" og "V ben for" modtager det meste af eksponeringen. De øvrige kropsdele eksponeres mellem 9,6% og 3,0%.



FIGUR 3.2.1.1-4. EKSPONERING PÅ UNDERBEKLÆDNING I PROCENT AF DEN POTENTIELLE KROPSEKSPONERING. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I FRUGTAVL. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJETYPER, MVUE FOR SØLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.2.1.1-4 fremgår det at summen af beskyttelsesevne for arbejdsbeklædningen og coverall er 97,82% ( $100\% - 2,18 = 97,82\%$ ).



FIGUR 3.2.1.1-5. EKSPONERING PÅ UNDERBEKLÆDNING OG ARBEJDSBEKLÆDNING I PROCENT AF DEN POTENTIELLE KROPSEKSPONERING. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I FRUGTAVL. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJETYPER, MVUE FOR SØLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.2.1.1-5 fremgår det at beskyttelsesevnen for coverall er 94,66% ( $100,00\% - 5,34\% = 94,66\%$ ).

TABEL 3.2.1.1-1. DEN SAMLEDE KROPSEKSPONERING PÅ UNDERBEKLÆDNING I PROCENT AF DEN POTENTIELLE KROPSEKSPONERING. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I FRUGTAVL.

Geo. gns.	0,58%
GSD	5,65
Ar. gns.	1,85%
Ar. s	3,56%
n	17
Min	0,01%
Max	14,92%
95%-fraktil	6,38%
90%-fraktil	3,63%
75%-fraktil	1,16%
50%-fraktil	0,81%
25% fraktil	0,26%
10%-fraktil	0,12%
MVUE	2,18%
Logaritmisk normalfordeling?	Ja
Anvendt værdi	2,18%

Af Tabel 3.2.1.1.-1 fremgår det at den anvendte værdi ligger mellem 75 og 90%-fraktilen for dette datasæt.

TABEL 3.2.1.1-2. DEN SAMLEDE KROPSEKSPONERING PÅ UNDERBEKLÆDNING OG ARBEJDSBEKLÆDNING I PROCENT AF DEN POTENTIELLE KROPSEKSPONERING. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I FRUGTAVL

Geo. gns.	2,11%
GSD	4,21
Ar. gns.	4,56%
Ar. s	6,64%
n	17
Min	0,07%
Max	28,46%
95%-fraktil	13,03%
90%-fraktil	7,55%
75%-fraktil	4,89%
50%-fraktil	2,66%
25% fraktil	1,51%
10%-fraktil	0,32%
MVUE	5,34%
Logaritmisk normalfordeling?	Ja
Anvendt værdi	5,34%

Af Tabel 3.2.1.1-2 fremgår det at den anvendte værdi ligger mellem 75 og 90%-fraktilen for dette datasæt.

Ud fra resultaterne i Tabel 3.2.1.1-1 og Tabel 3.2.1.1-2 kan beskyttelseevnen for den anvendte arbejdsbeklædning beregnes.  $100,00\% - (5,34\% - 2,18\%) = 96,84\%$ .



Projektresultat afrundet:

- **Beskyttelsesevnen for kombinationen arbejdsbeklædning og coverall er 98%**
- **Beskyttelsesevnen for coverall er 95%**
- **Beskyttelsesevnen for arbejdsbeklædning er 97%**

### **3.2.1.2 Model for kropseksponeringen ved fyldning og udsprøjtning**

Som beskrevet i afsnit 2.1 opbygges modellen som et forhold mellem en potentiel eksponering og pesticidkoncentrationen i arbejdsmiljøet. Den potentielle eksponering angives i mg og pesticidkoncentrationen i kg aktivt stof som håndteres.

TABEL 3.2.1.2-1. POTENTIEL EKSPONERING PÅ KROPPEN I MG /KG AKTIVT STOF .  
FYLDNING OG UDSPRØJTNING I FRUGTAVL.

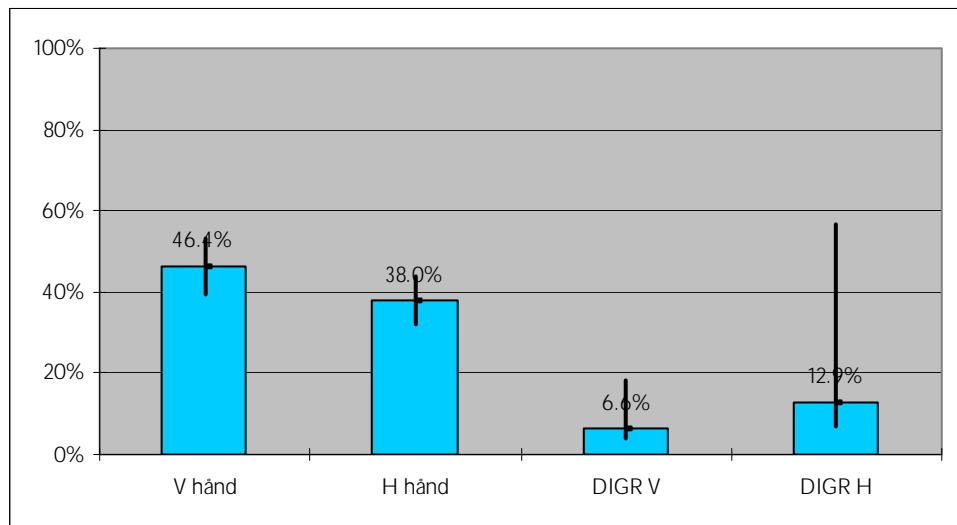
Geo. gns.	5,49
GSD	6,48
Ar. gns.	27,55
Ar. s	57,35
n	17
Min	0,14
Max	196,74
95%-fraktil	163,53
90%-fraktil	89,22
75%-fraktil	15,03
50%-fraktil	4,71
25% fraktil	2,01
10%-fraktil	0,72
MVUE	25,12
Logaritmisk normalfordeling?	Ja
Anvendt værdi	25,12

Af Tabel 3.2.1.2-1 fremgår det at den anvendte værdi ligger mellem 75%-og 90%-fraktilen.

Projektresultat afrundet:

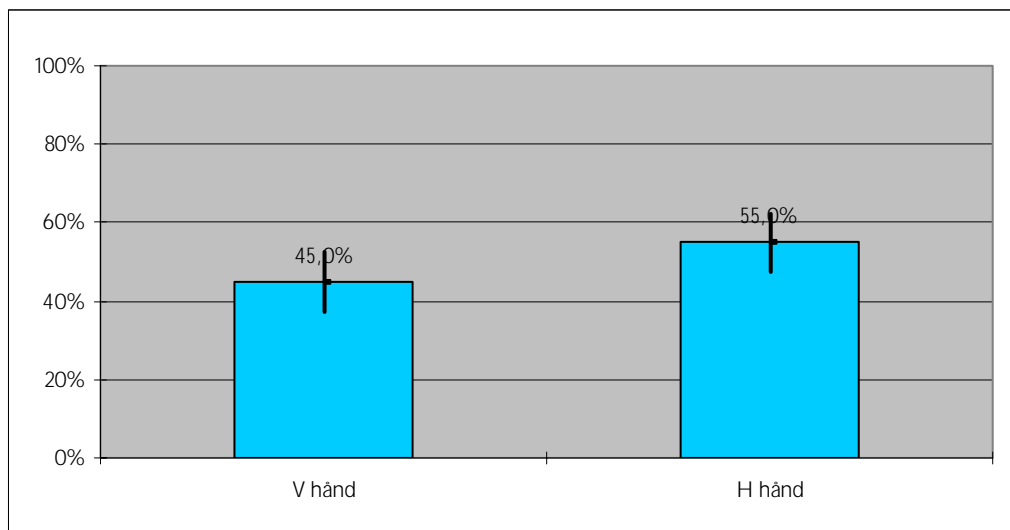
- **Potentiel eksponering på kroppen (uden hænderne) er 25 mg/kg aktivt stof**

### 3.2.1.3 Resultater fra håndeksponeringen



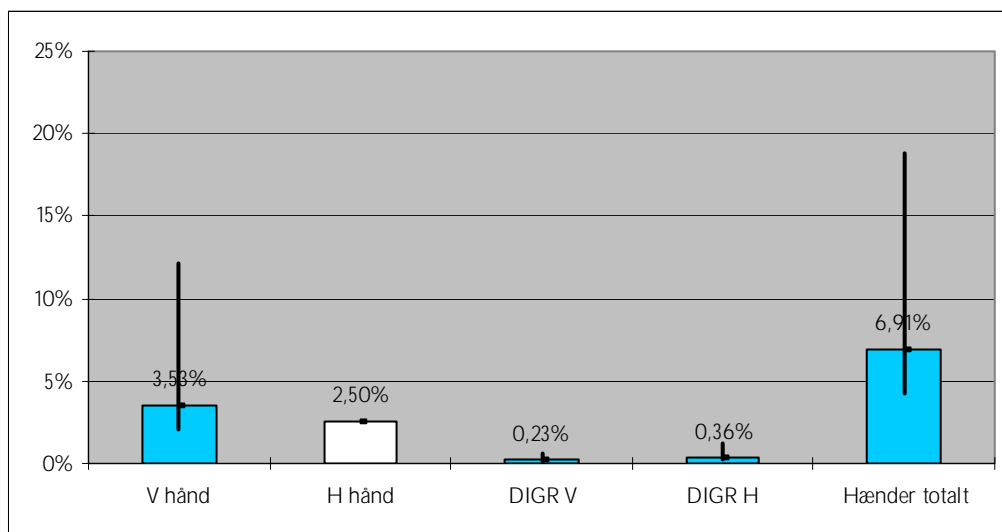
FIGUR 3.2.1.3-1. FORDELING AF DEN SAMLEDE AKTUELLE EKSPONERING PÅ HÆNDERNE. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I FRUGTAVL. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.2.1.3-1 ses at eksponeringen var højere på venstre hånd 46,4% end på højre 38,0%. DIGR (Dislodgeable Inner Glove Residue) i begge handsker udgjorde 6-12% af den aktuelle eksponering.



FIGUR 3.2.1.3-2. FORDELING AF EKSPONERING PÅ BESKYTTELSESHANDSKERNE. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I FRUGTAVL. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.2.1.3-2 fremgår det at eksponering på højre nitrilhandske var højest.



FIGUR 3.2.1.3-3. FORDELING AF DEN AKTUELLE EKSPONERING PÅ HÆNDERNE I PROCENT AF DEN POTENTIELLE HÅNDEKSPONERING. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I FRUGTAVL. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.2.1.3-3 fremgår det at beskyttelsesevnen for nitrilhandsker er 93,09% ( $100,00\% - 6,91\% = 93,09\%$ ).

TABEL 3.2.1.3-1. AKTUEL EKSPONERING PÅ HÆNDERNE I PROCENT AF POTENTIEL HÅNDEKSPONERING. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I FRUGTAVL.

Geo. gns.	3,45%
GSD	3,45
Ar. gns.	6,30%
Ar. s	7,17%
n	17
Min	0,20%
Max	26,99%
95%-fraktil	20,14%
90%-fraktil	15,02%
75%-fraktil	7,71%
50%-fraktil	3,38%
25% fraktil	2,01%
10%-fraktil	0,91%
MVUE	6,91%
Logaritmisk normalfordeling?	Ja
Anvendt værdi	6,91%

Af Tabel 3.2.1.3-1 fremgår det at den anvendte værdi ligger på 75% fraktilen.

Projektresultat afrundet:

- **Beskyttelsesevnen for nitrilhandsker er 93%**

### 3.2.1.4 Model for håndeksponeringen ved fyldning og udsprøjtning

TABEL 3.2.1.4-1. POTENTIEL EKSPONERING PÅ HÆNDERNE I MG/KG AKTIVT STOF . FYLDNING OG UDSPRØJTNING I FRUGTAVL.

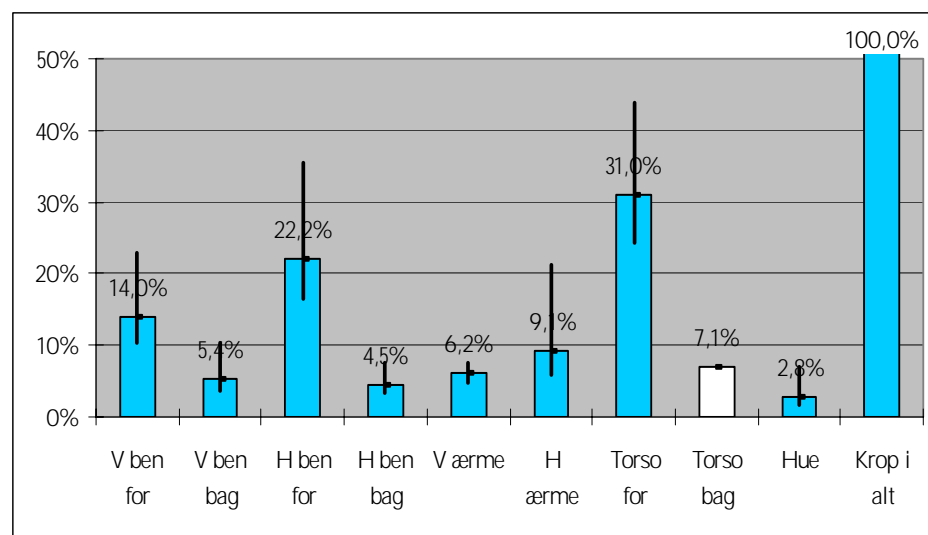
Geo. gns.	1,61
GSD	4,92
Ar. gns.	3,79
Ar. s	5,41
n	17
Min	0,02
Max	22,36
95%-fraktil	11,10
90%-fraktil	7,74
75%-fraktil	5,01
50%-fraktil	1,76
25% fraktil	0,88
10%-fraktil	0,49
MVUE	5,06
Logaritmisk normalfordeling?	Ja
Anvendt værdi	5,06

Af Tabel 3.2.1.4-1 fremgår det at den anvendte værdi ligger på 75% fraktilen.

Projektresultat afrundet:

- **Potentiel eksponering på hænderne er 5 mg/kg aktivt stof**

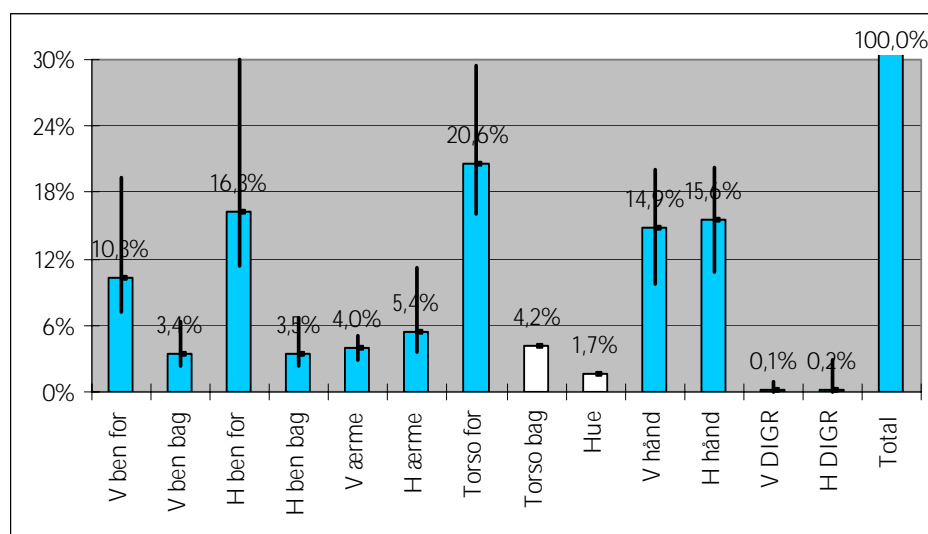
### 3.2.1.5 Fordeling af den potentielle eksponering på kroppen



FIGUR 3.2.1.5-1. FORDELING AF POTENTIEL EKSPONERING PÅ KROPPEN (EKSKLUSIV HÆNDERNE). FYLDNING OG UDSPRØJTNING I FRUGTAVL. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.2.1.5-1 ses fordelingen af den potentielle mængde pesticid (den mængde pesticid der vil lande på en afklædt krop, eksklusiv hænderne) efter

fyldning og udsprøjtning med tågesprøjte i frugtavlen. Det fremgår, at ”Torso for” samt ”H ben for” tilsammen modtager ca. 50% af kropsbelastningen.



FIGUR 3.2.1.5-2. FORDELING AF POTENTIEL EKSPONERING (INKLUSIVE HÆNDERNE). FYLDNING OG UDSPRØJTNING I FRUGTAVL. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.2.1.5-2 ses fordelingen af den potentielle mængde pesticid (den mængde pesticid der vil lande på en aflædt krop, inklusive hænderne) efter fyldning og udsprøjtning med tågesprøjte i frugtavlen. Det fremgår at ”Torso for” samt ”V hånd” og ”H hånd” tilsammen modtager ca. 50% af den potentielle eksponering. Figurerne 4.2.1.5-1 og -2 er især af værdi for sprøjtemandskabet i frugtavlen. Her kan man danne sig et overblik over, hvor på kroppen der skal ofres mest opmærksomhed ved valg af beskyttelsesbeklædningen.

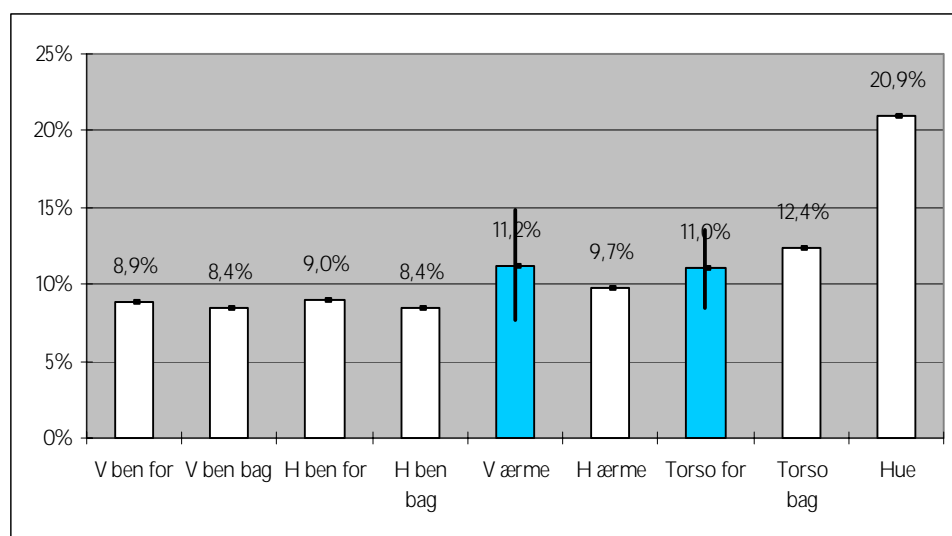
### 3.2.2 Væksthuse

De 13 forsøg med 10 forskellige personer blev udført fra oktober 2003 til februar 2005. Forsøgene var fordelt på 7 væksthuse beliggende på Fyn, i Jylland og på Sjælland, 2 blev besøgt flere gange. Der var 6 forsøg med væskeformulering og 7 med granulatformulering. 4 forsøgspersoner var kvinder og 9 var mænd.

TABEL 3.2.2-1. BAGGRUNDSOPPLYSNINGER TIL FORSØGENE MED FYLDNING OG UDSPRØJTNING I VÆKSTHUSE.

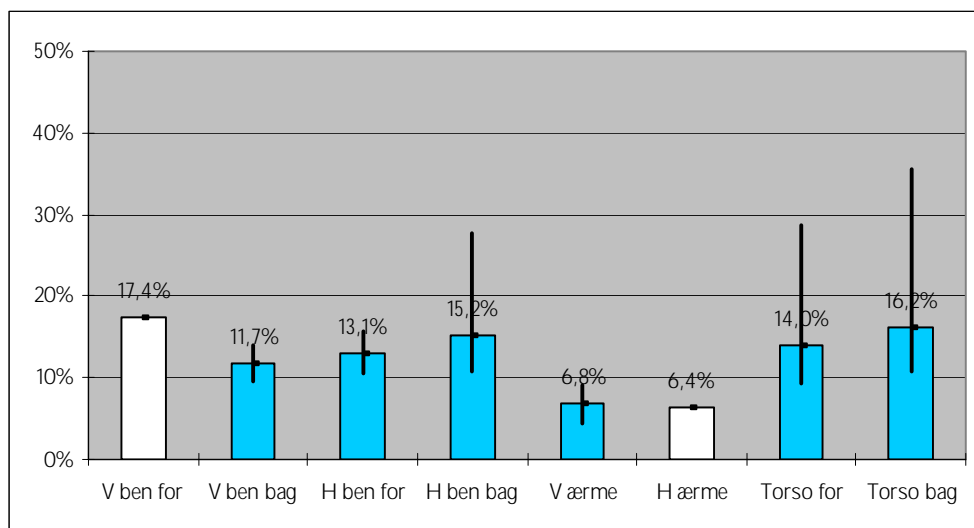
	Alder, år	Erfaring, år	Væksthus, ha	Sprøjtet areal, ha	Tankvolumen, L	g. akt. stof håndteret	L vand/ha udspøjtet	Total arbejdstid, min.
Geo. gns.	39,2	15,8	1,48	0,08	267	64	3.234	60
GSD	1,3	2,3	1,7	3,1	1,4	2,8	3,1	2,0
Ar. gns.	40,2	19,8	1,66	0,13	285	99	6.467	74
Ar. s	8,8	10,4	0,83	0,13	113	98	9.430	47
n	13	13	13	13	13	13	13	13
Min	27,0	2,0	0,50	0,01	200	9	1.000	20
Max	54,0	35,0	3,60	0,50	500	338	27.778	180
95%-fraktil	51,0	33,2	2,88	0,34	500	285	27.311	150
90%-fraktil	48,6	31,4	2,40	0,23	470	233	22.874	128
75%-fraktil	47,0	27,0	2,40	0,15	350	113	4.464	90
50%-fraktil	41,0	19,0	1,25	0,10	200	65	2.000	65
25% fraktil	32,0	13,0	1,25	0,04	200	38	1.389	35
10%-fraktil	27,6	5,6	1,04	0,02	200	22	1.170	25

### 3.2.2.1 Resultaterne fra krops eksponeringen



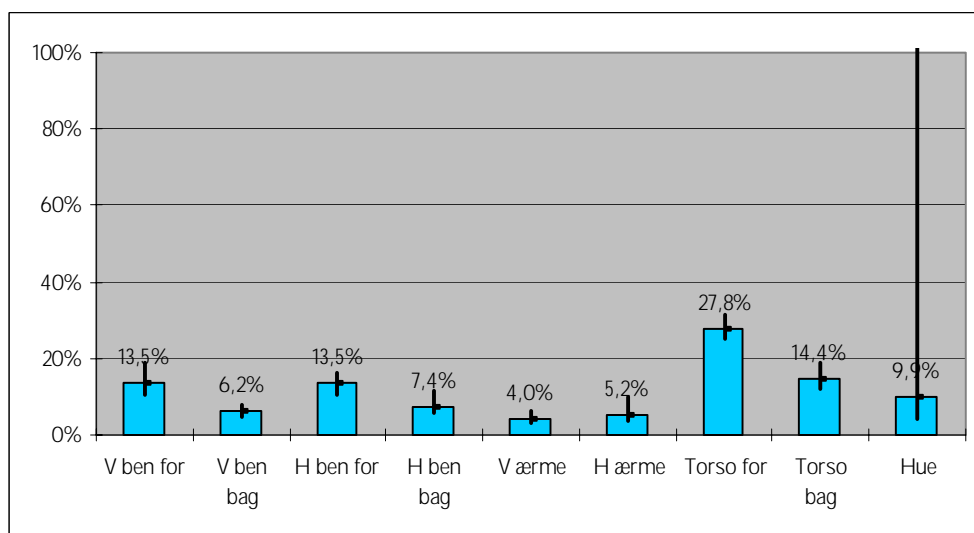
FIGUR 3.2.2.1-1. DEN PROCENTUELLE FORDELING AF DEN SAMLEDE EKSPONERING PÅ UNDERBEKLÆDNINGEN. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I VÆKSTHUSE. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

På Figur 3.2.2.1-1 ses højest eksponering på huen 20,9%. Alle de øvrige værdier ligger omkring 10%.



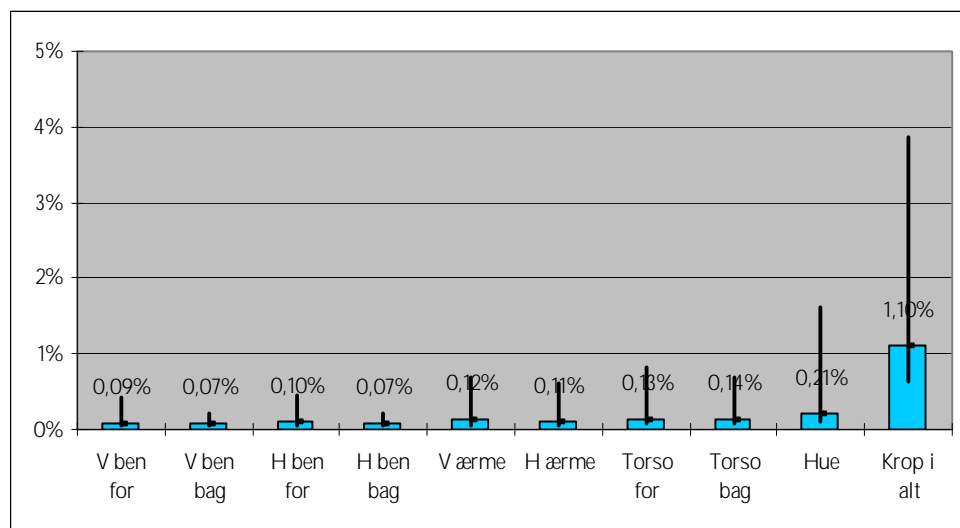
FIGUR 3.2.2.1-2. DEN PROCENTUELLE FORDELING AF DEN SAMLEDE EKSPONERING PÅ ARBEJDSBEKLÆDNINGEN. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I VÆKSTHUSE. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.2.2.1-2 fremgår det at eksponeringen er næsten jævnt fordelt over arbejdsbeklædningen



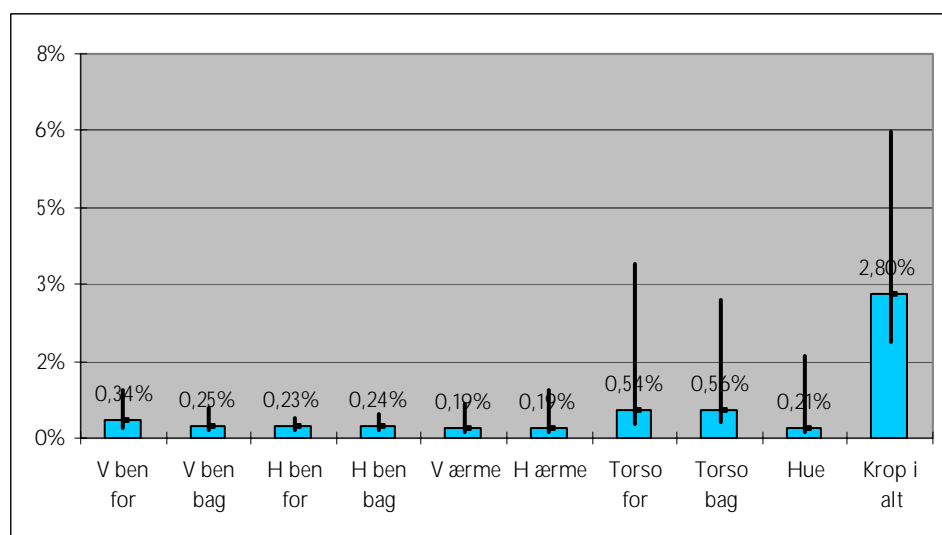
FIGUR 3.2.2.1-3. DEN PROCENTUELLE FORDELING AF DEN SAMLEDE EKSPONERING PÅ COVERALL. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I VÆKSTHUSE. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.2.2.1-3 fremgår det ligeledes at eksponeringen er jævnt fordelt, dog ses en markant højere eksponering på "Torso for", med en meget stor spredning i eksponeringen på huen.



FIGUR 3.2.2.1-4. EKSPONERINGEN PÅ UNDERBEKLÆDNINGEN I PROCENT AF DEN POTENTIELLE KROPSEKSPONERING. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I VÆKSTHUSE. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.2.2.1-4 fremgår det at summen af beskyttelsesevne for arbejdsbeklædning og coverall samlet er 98,90% ( $100,00\% - 1,10\% = 98,90\%$ ).



FIGUR 3.2.2.1-5. EKSPONERING PÅ UNDERBEKLÆDNING OG ARBEJDSBEKLÆDNING I PROCENT AF DEN POTENTIELLE KROPSEKSPONERING. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I VÆKSTHUSE. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.2.2.1-5 fremgår det at beskyttelsesevnen for coverall er 97,20% ( $100,00\% - 2,80\% = 97,20\%$ ).



TABEL 3.2.2.1-1. DEN SAMLEDE KROPSEKSPONERING PÅ UNDERBEKLÆDNING I PROCENT AF DEN POTENTIELLE KROPSEKSPONERING. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I VÆKSTHUSE.

Geo. gns.	0,56%
GSD	3,46
Ar. gns.	1,26%
Ar. s	2,32%
n	13
Min	0,06%
Max	8,81%
95%-fraktil	4,61%
90%-fraktil	1,68%
75%-fraktil	1,01%
50%-fraktil	0,61%
25% fraktil	0,31%
10%-fraktil	0,16%
MVUE	1,10%
Logaritmisk normalfordelt?	Ja
Anvendt værdi	1,10%

Af Tabel 3.2.2.1-1 fremgår det, at den anvendte værdi svarer til 75%-fraktilen for datasættet.

TABEL 3.2.2.1-2. DEN SAMLEDE KROPSEKSPONERING PÅ UNDERBEKLÆDNING OG ARBEJDSBEKLÆDNING I PROCENT AF DEN POTENTIELLE KROPSEKSPONERING. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I VÆKSTHUSE.

Geo. gns.	1,91%
GSD	2,51
Ar. gns.	3,18%
Ar. s	4,28%
n	13
Min	0,81%
Max	14,67%
95%-fraktil	12,08%
90%-fraktil	8,81%
75%-fraktil	2,44%
50%-fraktil	1,50%
25% fraktil	0,96%
10%-fraktil	0,82%
MVUE	2,80%
Logaritmisk normalfordelt?	Ja
Anvendt værdi	2,80%

Af Tabel 3.2.2.1-2 fremgår det, at den anvendte værdi ligger på 75%-fraktilen for dette datasæt.

Ud fra resultaterne i Tabel 3.2.2.1-1 og Tabel 3.2.2.1-2 kan beskyttelsesevnen for den anvendte arbejdsbeklædning beregnes.  $100,00\% - (2,80\% - 1,10\%) = 98,30\%$ .

Projektresultat afrundet:

- **Beskyttelsesevnen for kombinationen arbejdsbeklædning og coverall er 99%**
- **Beskyttelsesevnen for coverall er 97%**
- **Beskyttelsesevnen for arbejdsbeklædning er 98%**

### **3.2.2.2 Model for kropseksponeringen ved fyldning og udsprøjtning**

Som beskrevet i afsnit 2.1 opbygges modellen som et forhold mellem en potentiel eksponering og pesticidkoncentrationen i arbejdsmiljøet. Den potentielle eksponering angives i mg og pesticidmængden i kg aktivt stof som håndteres.

TABEL 3.2.2.2.-1. POTENTIEL EKSPONERING PÅ KROPPEN I MG/KG AKTIVT STOF .FYLDNING OG UDSPRØJTNING I VÆKSTHUSE.

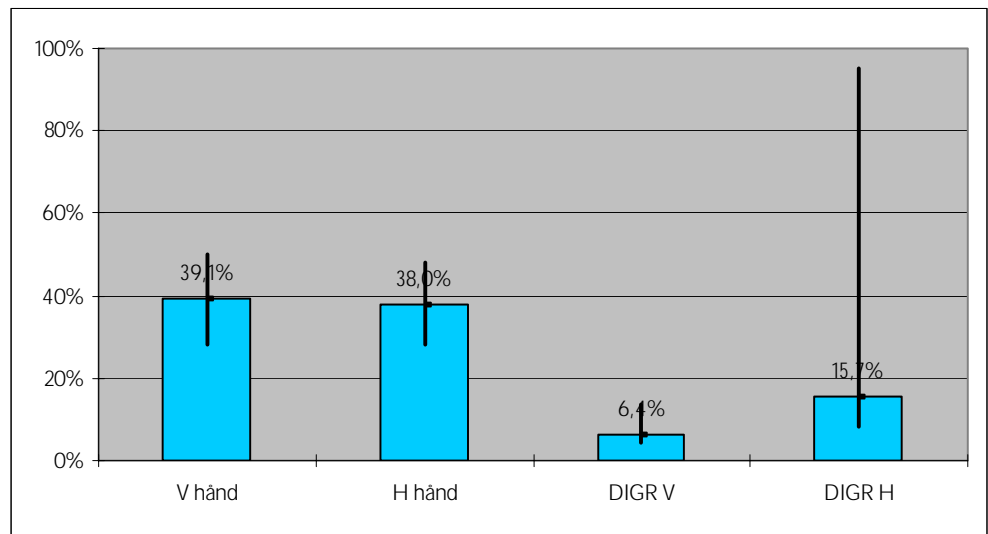
Geo. gns.	36,60
GSD	3,34
Ar. gns.	77,40
Ar. s	139,4
n	13
Min	2,86
Max	533,8
95%-fraktil	262,9
90%-fraktil	80,99
75%-fraktil	65,24
50%-fraktil	28,33
25% fraktil	20,34
10%-fraktil	15,76
MVUE	69,58
Logaritmisk normalfordelt?	Ja
Anvendt værdi	69,58

Af Tabel 3.2.2.2-1 fremgår det at den anvendte værdi svarer til 75%-fraktilen.

Projektresultat afrundet:

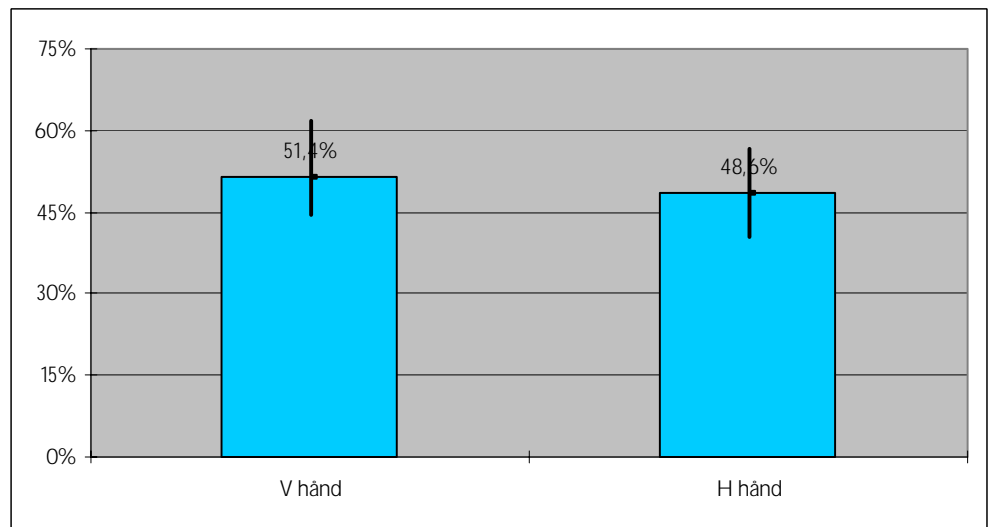
- **Potentiel eksponering på kroppen(uden hænderne) er 70 mg/kg aktivt stof**

### 3.2.2.3 Resultaterne fra håndeksponeringen



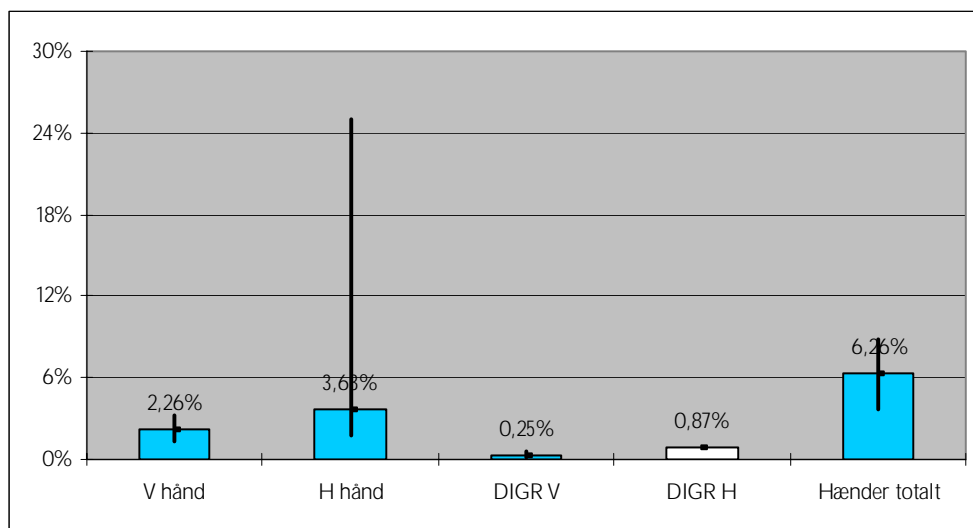
FIGUR 3.2.2.3-1. FORDELING AF DEN SAMLEDE AKTUELLE EKSPONERING PÅ HÆNDERNE. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I VÆKSTHUSE. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.2.2.3-1 fremgår det at der her var en ligelig fordeling mellem højre og venstre hånd. Dog ses det dobbelte indhold for den indre vask (DIGR) af højre handske 15,7% i forhold til venstre 6,4%.



FIGUR 3.2.2.3-2. FORDELING AF EKSPONERING PÅ BESKYTTELSESHANDSKERNE. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I VÆKSTHUSE. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.2.2.3-2 fremgår det at eksponeringen var ligeligt fordelt på højre og venstre hånd.



FIGUR 3.2.2.3-3. FORDELING AF DEN AKTUELLE EKSPONERING PÅ HÆNDERNE I PROCENT AF DEN POTENTIELLE HÅNDEKSPONERING, FYLDNING OG UDSPRØJTNING I VÆKSTHUSE. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.2.2.3-3 fremgår det, at beskyttelsesevnen for nitrilhandsker var 93,74% ( $100,00\% - 6,26\% = 93,74\%$ ).

TABEL 3.2.2.3-1. AKTUEL EKSPONERING PÅ HÆNDERNE I PROCENT AF POTENTIEL HÅNDEKSPONERING, FYLDNING OG UDSPRØJTNING I VÆKSTHUSE.

Geo. gns.	3,98%
GSD	3,16
Ar. gns.	6,26%
Ar. s	5,12%
n	13
Min	0,43%
Max	17,53%
95%-fraktil	13,85%
90%-fraktil	11,38%
75%-fraktil	10,24%
50%-fraktil	4,88%
25% fraktil	3,23%
10%-fraktil	0,81%
MVUE	7,16%
Logaritmisk normalfordelt?	Nej
Anvendt værdi	6,26%

Af Tabel 3.2.2.3-1 fremgår det at den anvendte værdi ligger mellem 75 og 90% -fraktilerne.

Projektresultat afrundet:

- **Beskyttelsesevnen for nitrilhandskerne er 94%**

### 3.2.2.4 Model for håndeksponeringen ved fyldning og udsprøjtning

TABEL 3.2.2.4-1. POTENTIEL EKSPONERING PÅ HÆNDERNE I MG/KG AKTIVT STOF. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I VÆKSTHUSE.

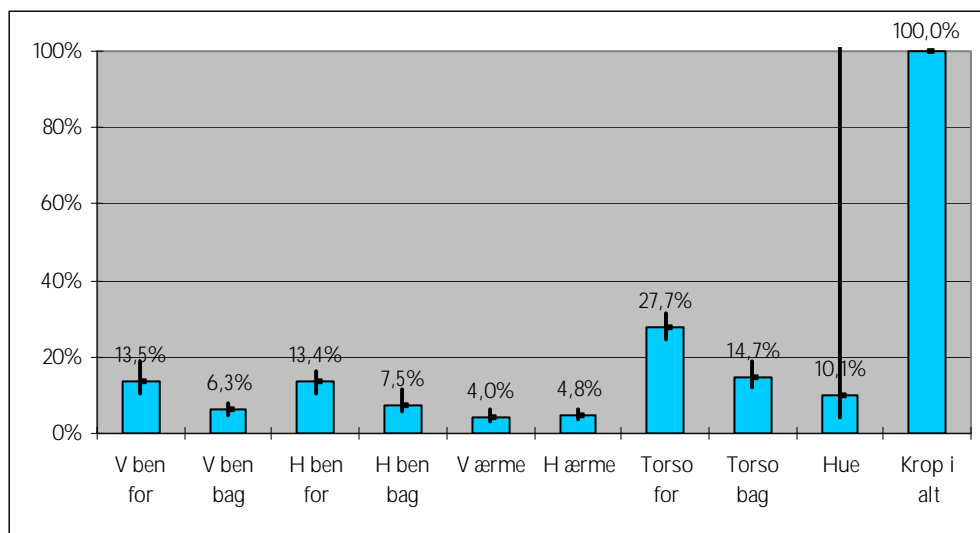
Geo. gns.	9,40
GSD	2,82
Ar. gns.	17,07
Ar. s	24,03
n	13
Min	3,26
Max	89,16
95%-fraktil	56,71
90%-fraktil	34,13
75%-fraktil	17,18
50%-fraktil	6,70
25% fraktil	4,37
10%-fraktil	3,67
MVUE	15,19
Logaritmisk normalfordelt?	Ja
Anvendt værdi	15,19

Af Tabel 3.2.2.4-1 fremgår det at den anvendte værdi svarer til 75%-fraktilen.

Projektresultat afrundet:

- **Potentiel eksponering på hænderne er 15 mg/kg aktivt stof**

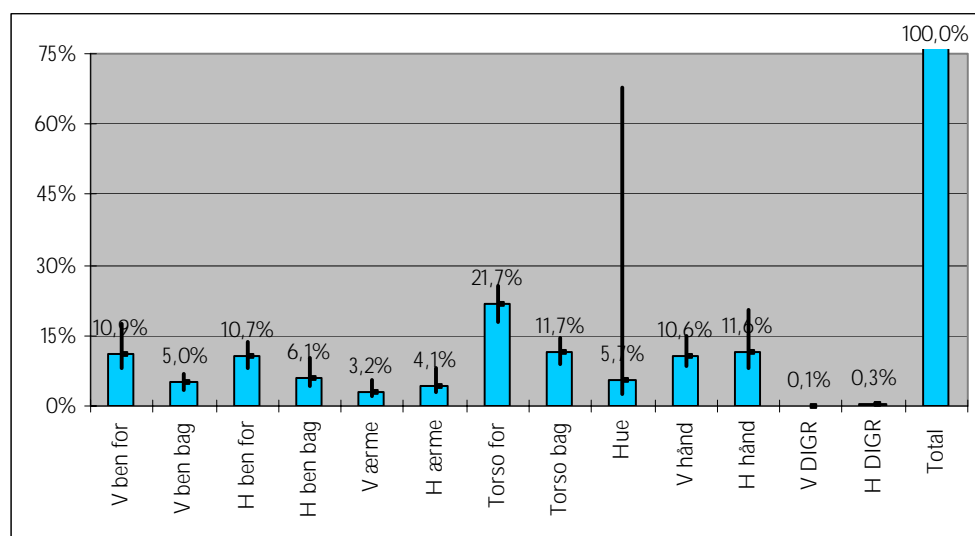
### 3.2.2.5 Fordeling af den potentielle eksponering



FIGUR 3.2.2.5-1. FORDELING AF POTENTIEL EKSPONERING PÅ KROPPEN (EKSKLUSIV HÆNDERNE) VED FYLDNING OG UDSPRØJTNING I VÆKSTHUSE. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.2.2.5-1 ses fordelingen af den potentielle mængde pesticid (den mængde pesticid der vil lande på en afklædt krop, eksklusive hænderne) efter fyldning og udsprøjtning med håndholdt sprøjte i væksthuse. Det fremgår, at

”Torso for” , ”H ben for” og ”V ben for” tilsammen modtager ca. 50% af kroplsbelastningen.



FIGUR 3.2.2.5-2. FORDELING AF POTENTIEL EKSPONERING (INKLUSIVE HÆNDERNE). FYLDNING OG UDSPRØJTNING I VÆKSTHUSE. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.2.2.5-2 ses fordelingen af den potentielle mængde pesticid (den mængde pesticid der vil lande på en afklædt krop, inklusive hænderne) efter fyldning og udsprøjtning med en håndholdt sprøjte i væksthuse. Det fremgår at ”Torso for” , ”Torso bag” samt ”V hånd” og ”H hånd” tilsammen modtager ca. 55% af den potentielle eksponering. Figurerne 4.2.2.5-1 og -2 er især af værdi for sprøjtemandskabet i væksthuse. Her kan man danne sig et overblik over, hvor på kroppen der skal ofres mest opmærksomhed ved valg af beskyttelsesbeklædningen.

### 3.3 Resultater fra forsøg med re-entry

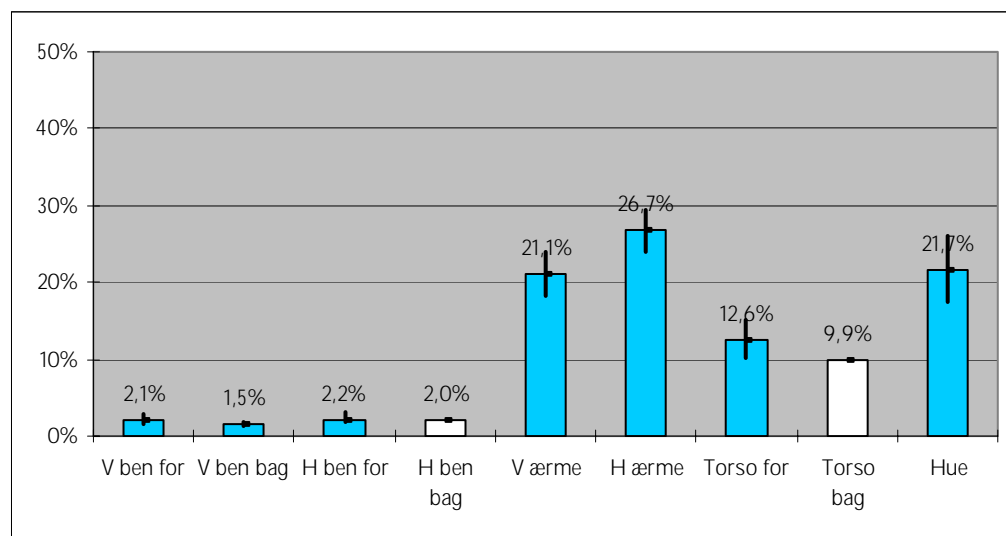
#### 3.3.1 Frugtavl

De 32 forsøg med 32 forskellige personer blev gennemført ved plukning af æbler på de 5 før nævnte frugtplantager i oktober 2003 og oktober 2004. På én frugtplantage blev der gennemført flere forsøg. Der var 22 forsøg med pulverformulering og 14 med granulatformulering. De 15 forsøgspersoner var kvinder, de 21 mænd.

### 3.3.1.1 Resultaterne fra kropseksposeringen

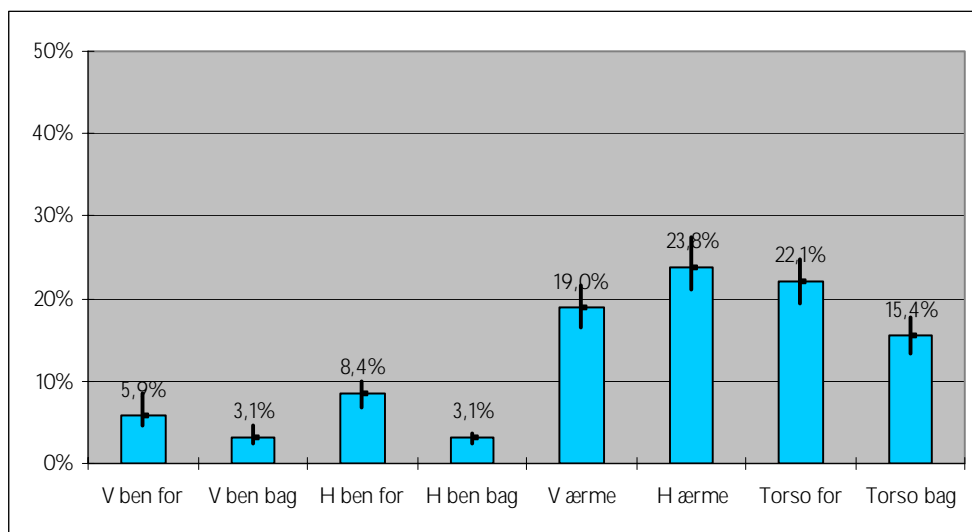
TABEL 3.3.1.1-1 BAGGRUNDSOPLYSNINGER TIL FORSØGENE MED RE-ENTRY I FRUGTAVL. (KROPPEN)

	Alder, år	Erfaring, år	Frugtplantage, ha	Total arbejdstid, min.
Geo. gns.	27,4	1,8	32,8	119
GSD	1,3	2,0	1,5	1,3
Ar. gns.	28,8	2,4	35,2	123
Ar. s	10,3	2,3	13,4	31
n	32	32	32	32
Min	19,0	1,0	22,0	75
Max	59,0	12,0	52,0	205
95%-fraktil	52,0	5,9	52,0	178
90%-fraktil	40,9	4,9	52,0	153
75%-fraktil	30,5	3,0	52,0	135
50%-fraktil	25,5	2,0	27,5	120
25% fraktil	22,0	1,0	25,0	114
10%-fraktil	21,0	1,0	22,0	77



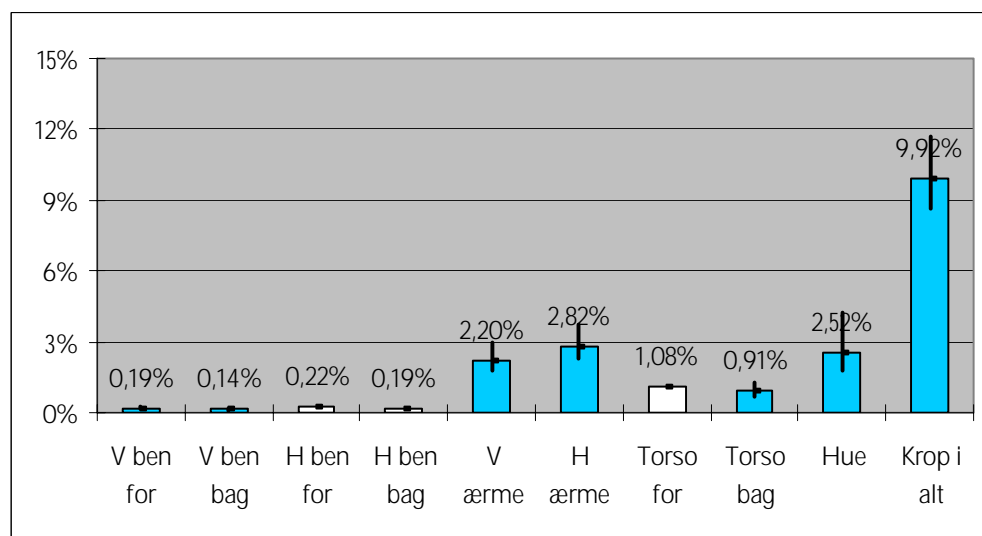
FIGUR 3.3.1.1-1. DEN PROCENTUELLE FORDELING AF DEN SAMLEDE EKSPONERING PÅ UNDERBEKLÆDNINGEN. RE-ENTRY I FRUGTAVL. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJETYPEN, MVUE FOR SØLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

I Figur 3.3.1.1-1 ses at armene og huen ved denne arbejdsoperation modtager ca. 70% af eksponeringen.



FIGUR 3.3.1.1-2. DEN PROCENTUEEL FORDELING AF DEN SAMLEDE EKSPONERING PÅ ARBEJDSBEKLÆDNINGEN. RE-ENTRY I FRUGTAVL. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.3.1.1-2 fremgår det, at billedet fra den foregående figur gentager sig, dog ses at arbejdsbeklædningen beskytter relativt mest på torsoen og mindre på armene.



FIGUR 3.3.1.1-3. EKSPONERING PÅ UNDERBEKLÆDNING I PROCENT AF DEN POTENTIELLE KROPSEKSPONERING. RE-ENTRY I FRUGTAVL. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.3.1.1-3 fremgår det, at beskyttelsesevne for arbejdsbeklædning var 90,08% ( $100,00\% - 9,92\% = 90,08\%$ ).



TABEL 3.3.1.1-2. DEN SAMLEDE KROPSEKSPONERING PÅ UNDERBEKLÆDNING I PROCENT AF DEN POTENTIELLE KROPSEKSPONERING. RE-ENTRY I FRUGTAVL.

Geo. gns.	8,88%
GSD	1,61
Ar. gns.	10,11%
Ar. s	6,47%
n	32
Min	4,57%
Max	37,19%
95%-fraktil	19,59%
90%-fraktil	15,67%
75%-fraktil	10,90%
50%-fraktil	8,17%
25% fraktil	6,16%
10%-fraktil	5,40%
MVUE	9,92%
Logaritmisk normalfordeling?	Ja
Anvendt værdi	9,92%

Af Tabel 3.3.1.1-2 fremgår det, at den anvendte værdi svarer til 75%-fraktilen.

Projektresultat afrundet:

- **Beskyttelsesevnen for arbejdsbeklædningen er 90%**

### 3.3.1.2 Model for kropseksponeringen ved re-entry

Som beskrevet i afsnit 2.1 opbygges modellen som et forhold mellem potentiel eksponering og pesticidkoncentrationen i arbejdsmiljøet. Den potentielle eksponering angives her i  $\mu\text{g}/\text{t}$  og pesticidkoncentrationen ved DFR i  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ . Forholdet mellem disse værdier benævnes transferkoefficienten, med enheden  $\text{cm}^2/\text{t}$ .

TABEL 3.3.1.2-1. TRANSFERKOEFFICIENTEN FOR KROPPEN. RE-ENTRY I FRUGTAVL.

Geo. gns.	5.254
GSD	2,41
Ar. gns.	7.057
Ar. s	4.608
n	32
Min	848
Max	18.200
95%-fraktil	15.469
90%-fraktil	12.668
75%-fraktil	9.305
50%-fraktil	7.337
25% fraktil	2.286
10%-fraktil	1.446
MVUE	7.609
Logaritmisk normalfordeling?	Nej
Anvendt værdi	7.057

Af Tabel 3.3.1.2-1 fremgår det, at den anvendte værdi svarer til 50%-fraktilen.

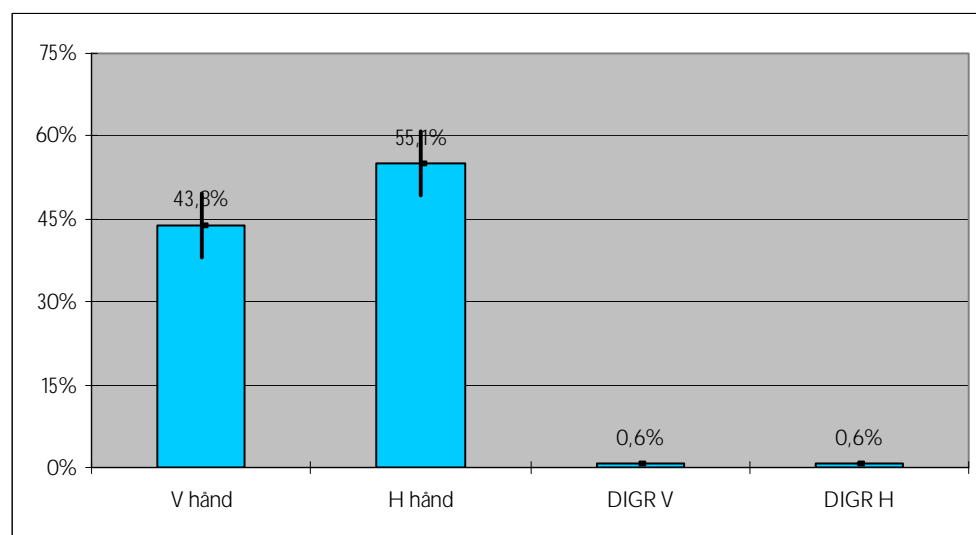
Projektresultat:

- **Transferkoefficient ved re-entry i frugtavl (for kroppen uden hænderne) er 7.000 cm<sup>2</sup>/time**

### 3.3.1.3 Resultaterne fra håndeksponeringen

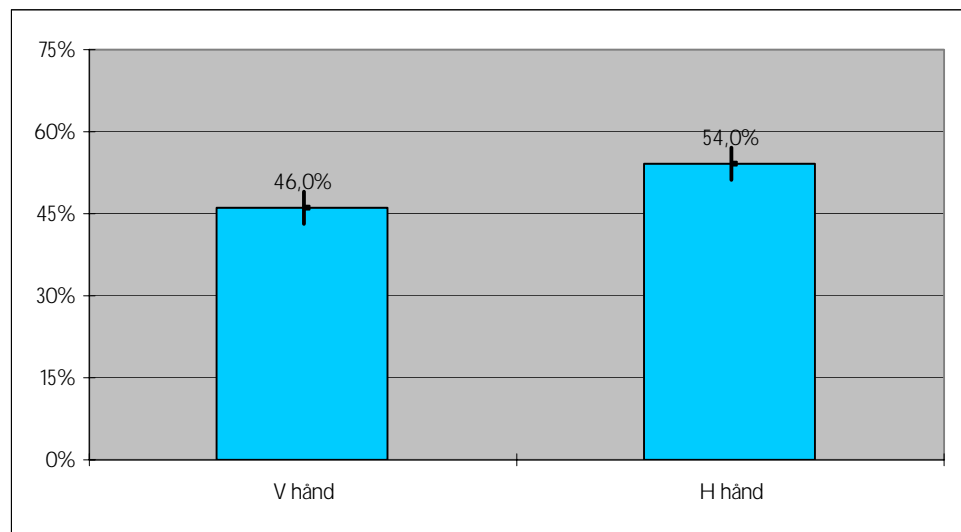
TABEL 3.3.1.3-1. BAGGRUNDSOPLYSNINGER TIL FORSØGENE MED RE-ENTRY I FRUGTAVL. (HÆNDERNE)

	Alder, år	Erfaring, år	Frugtplantage, ha	Total arbejdstid, min.
Geo. gns.	27,2	1,7	34,5	130
GSD	1,3	2,0	1,5	1,4
Ar. gns.	28,4	2,3	37,0	138
Ar. s	9,7	2,2	13,7	54
n	36	36	36	36
Min	19,0	1,0	22,0	75
Max	59,0	12,0	52,0	280
95%-fraktil	49,8	5,5	52,0	258
90%-fraktil	40,5	4,5	52,0	228
75%-fraktil	27,5	2,3	52,0	135
50%-fraktil	26,0	1,0	30,0	120
25% fraktil	22,0	1,0	25,0	120
10%-fraktil	21,0	1,0	22,0	85



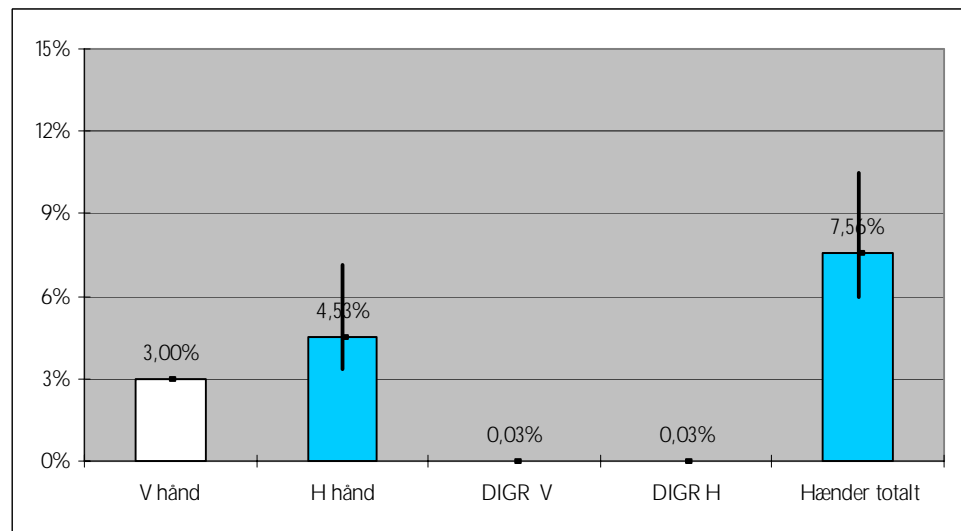
FIGUR 3.3.1.3-1. FORDELINGEN AF DEN SAMLEDE AKTUELLE EKSPONERING PÅ HÆNDERNE. RE-ENTRY I FRUGTAVL. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.3.1.3-1 fremgår det, at eksponeringen var noget højere på den højre hånd end på den venstre. Ingen af de indre afvaskninger af beskyttelseshandskerne, ("DIGR V" og "DIGR H"), var over 1%.



FIGUR 3.3.1.3-2. FORDELING AF EKSPONERING PÅ BESKYTTELSESHANDSKERNE. RE-ENTRY I FRUGTAVL. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.3.1.3-2 kan ses det samme billede som på foregående figur.



FIGUR 3.3.1.3-3. FORDELING AF DEN AKTUELLE EKSPONERING PÅ HÆNDERNE I PROCENT AF DEN POTENTIELLE HÅNDEKSPONERING. RE-ENTRY I FRUGTAVL. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Resultatet for let nitrilhandskerne fremgår af Figur 3.3.1.3-3. Her finder vi en beskyttelsesevne på 92,44 ( $100\% - 7,56\% = 92,44\%$ ).

TABEL 3.3.1.3-2 AKTUEL EKSPONERING PÅ HÆNDERNE I PROCENT AF POTENTIELLE HÅNDEKSPONERING. RE-ENTRY I FRUGTAVL.

Geo. gns.	5,34%
GSD	2,34
Ar. gns.	7,81%
Ar. s	8,60%
n	36
Min	0,98%
Max	41,51%
95%-fraktil	23,14%
90%-fraktil	14,09%
75%-fraktil	8,60%
50%-fraktil	5,19%
25% fraktil	3,27%
10%-fraktil	2,02%
MVUE	7,56%
Logaritmisk normalfordeling?	Ja
Anvendt værdi	7,56%

Af Tabel 3.3.1.3-2 fremgår det at den anvendte værdi ligger mellem 50 og 75%-fraktilen.

Projektresultat afrundet:

- **Beskyttelsesevnen for let nitrilhandsker er 92%**

### 3.3.1.4 Model for håndeksponeringen ved re-entry

TABEL 3.3.1.4-1 TRANSFERKOEFFICIENTEN FOR HÆNDERNE. RE-ENTRY I FRUGTAVL.

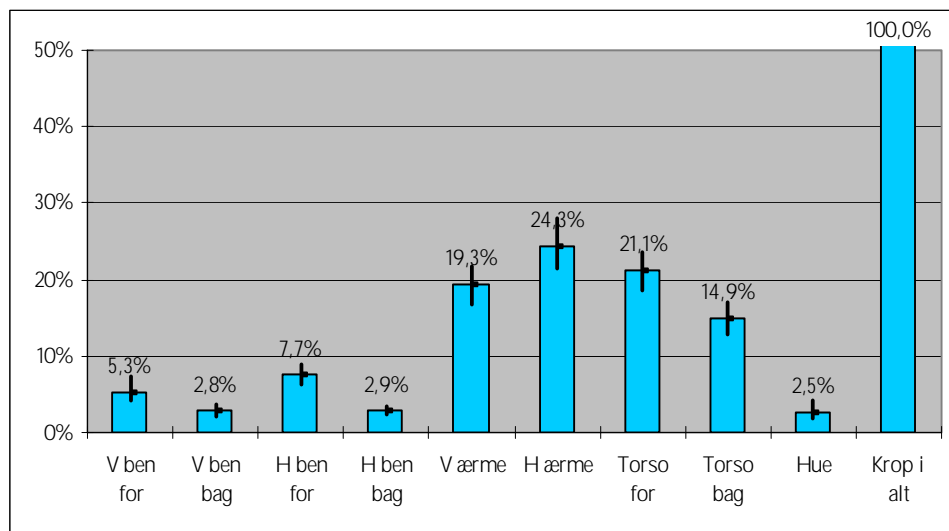
Geo. gns.	1.189
GSD	2,25
Ar. gns.	1.572
Ar. s	1.088
n	36
Min	241
Max	5.101
95%-fraktil	2.881
90%-fraktil	2.701
75%-fraktil	2.419
50%-fraktil	1.456
25% fraktil	543
10%-fraktil	422
MVUE	1.635
Logaritmisk normalfordeling?	Nej
Anvendt værdi	1.572

Af Tabel 3.3.1.4-1 fremgår det, at værdien svarer til 50%-fraktilen.

Projektresultat afrundet:

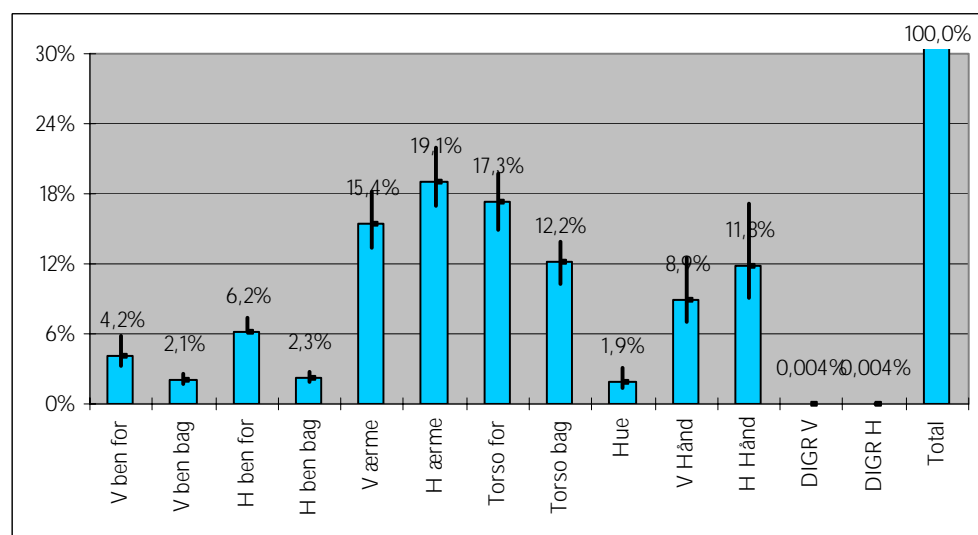
- **Transferkoefficienten ved re-entry i frugtavl (for hænderne) er 1.575  $\text{cm}^2/\text{time}$**

### 3.3.1.5 Fordeling af den potentielle eksponering



FIGUR 3.3.1.5-1. FORDELING AF POTENTIEL EKSPONERING PÅ KROPPEN (EKSKLUSIV HÆNDERNE) RE-ENTRY I FRUGTAVL. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.3.1.5-1 ses fordelingen af den potentielle mængde pesticid (den mængde pesticid der vil lande på en afklædt krop, eksklusiv hænderne) efter re-entry i frugtavl. Det fremgår, at "Torso for" samt "Torso bag" modtager ca. 35% og "V ærme" og "H ærme" tilsammen ca. 45% af kropslastningen.



FIGUR 3.3.1.5-2. FORDELING AF POTENTIEL EKSPONERING PÅ KROPPEN (INKLUSIVE HÆNDERNE) RE-ENTRY I FRUGTAVL. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.3.1.5-2 ses fordelingen af den potentielle mængde pesticid (den mængde pesticid der vil lande på en afklædt krop, inklusive hænderne) efter

re-entry i frugtavlen. Det fremgår at "Torso for" og "Torso bag" modtager ca. 30%, "V hånd" og "H hånd" ca. 20% samt "V ærme" og "H ærme" ca. 35% af den potentielle eksponering. Figurerne 3.3.1.5-1 og -2 er især af værdi for re-entrymandskabet i frugtavlen. Her kan man danne sig et overblik over, hvor på kroppen der skal ofres mest opmærksomhed ved valg af beskyttelsesbeklædningen.

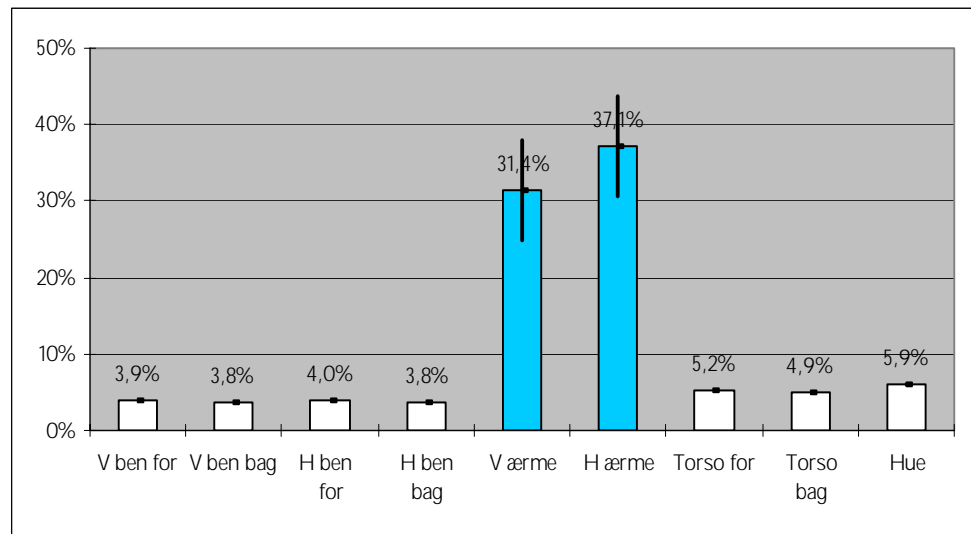
### 3.3.2 Væksthuse

I de 29 forsøg med re-entry deltog 24 forskellige personer. Forsøgene blev gennemført på 6 væksthuse i 2004. Der var 15 forsøg med væskeformulering og 14 med granulatformulering. 22 forsøgspersoner var kvinder og 7 var mænd. Der blev gennemført forsøg med forskellige kulturer og ved forskellige arbejdsfunktioner.

TABEL 3.3.2-1 BAGGRUNDSOPLYSNINGER TIL FORSØGENE MED RE-ENTRY I VÆKSTHUSE.

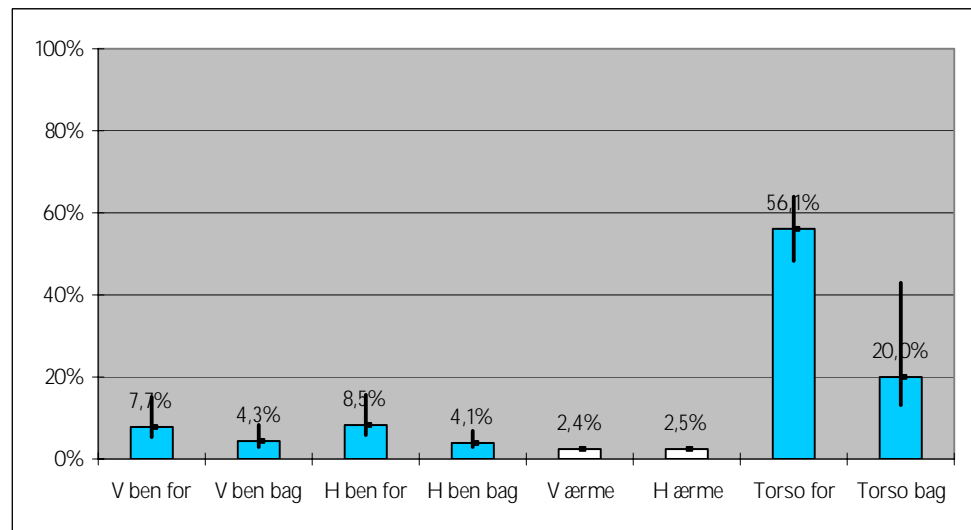
	Alder, år	Erfaring, år	Væksthus, ha	Total arbejdstid, min.
Geo. gns.	32,4	1,85	1,47	142
GSD	1,4	7,7	1,7	1,4
Ar. gns.	34,5	7,37	1,66	148
Ar. s	12,4	10,71	0,78	36
n	29	29	29	29
Min	17,0	0,04	0,50	65
Max	57,0	35,00	3,20	210
95%-fraktil	56,2	32,00	3,20	178
90%-fraktil	54,2	27,20	2,56	175
75%-fraktil	43,0	9,00	2,40	165
50%-fraktil	31,0	3,00	1,50	165
25% fraktil	23,0	0,50	1,25	150
10%-fraktil	21,0	0,08	0,90	80

### 3.3.2.1 Resultaterne fra kropseksposering



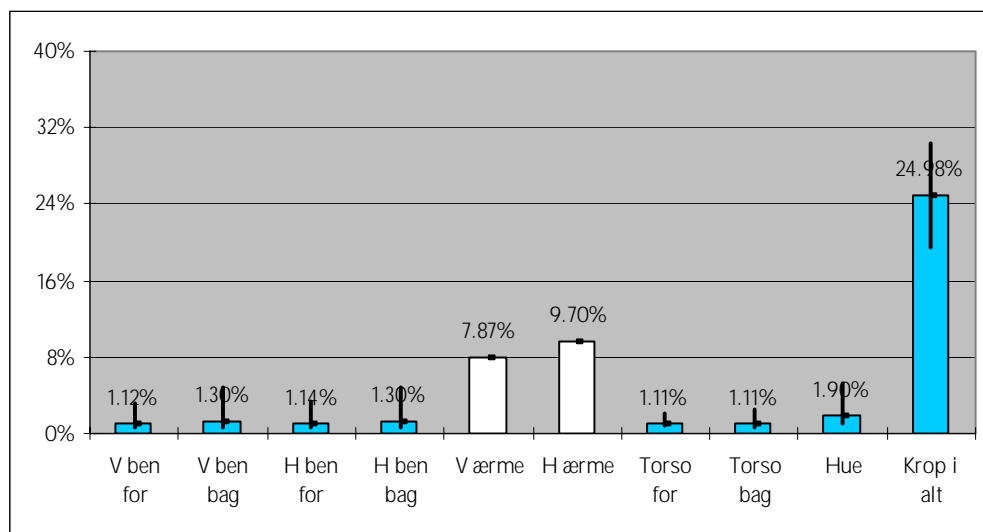
FIGUR 3.3.2.1-1. DEN PROCENTUELLE FORDELING AF DEN SAMLEDE EKSPONERING PÅ UNDERBEKLÆDNINGEN RE-ENTRY I VÆKSTHUSE. FORKLARING PÅ DE FØRSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

I Figur 3.3.2.1-1 ses, som i re-entry frugtavl, højest eksponering på armene.



FIGUR 3.3.2.1-2. DEN PROCENTUELLE FORDELING AF DEN SAMLEDE EKSPONERING PÅ ARBEJDSBEKLÆDNINGEN. RE-ENTRY I VÆKSTHUSE. FORKLARING PÅ DE FØRSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.3.2.1-2 kan ses at på arbejdsbeklædningen er det torsoen som modtager den højeste eksponering. Ærmerne på T-shirten dækker kun i ringe omfang armene, og modtager kun en mindre andel af eksponeringen.



FIGUR 3.3.2.1-3. EKSPONERING PÅ UNDERBEKLÆDNING I PROCENT AF DEN POTENTIELLE KROPSEKSPONERING. RE-ENTRY I VÆKSTHUSE. FORKLARING PÅ DE FØRSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.3.2.1-3 fremgår det, at beskyttelsesevne for arbejdsbeklædningen er 75,02% ( $100\% - 24,98 = 75,02\%$ ).

TABEL 3.3.2.1-1 DEN SAMLEDE KROPSEKSPONERING PÅ UNDERBEKLÆDNING I PROCENT AF DEN POTENTIELLE KROPSEKSPONERING. RE-ENTRY I VÆKSTHUSE.

Geo. gns.	16,29%
GSD	3,09
Ar. gns.	24,98%
Ar. s	17,36%
n	29
Min	0,80%
Max	50,72%
95%-fraktil	49,09%
90%-fraktil	44,76%
75%-fraktil	39,11%
50%-fraktil	26,02%
25% fraktil	7,25%
10%-fraktil	3,77%
MVUE	24,98%
Logaritmisk normalfordeling?	Nej
Anvendt værdi	24,98%

Af Tabel 3.3.2.1-1 fremgår det, at den anvendte værdi ligger på 50%-fraktilen.

Projektresultat afrundet:

- **Beskyttelsesevnen for arbejdsbeklædningen er 75%**

### 3.3.2.2 Model for kropseksponeringen ved re-entry

Som beskrevet i afsnit 2.1 opbygges modellen som et forhold mellem potentiel eksponering og pesticidkoncentrationen i arbejdsmiljøet. Den potentielle eksponering angives i  $\mu\text{g}/\text{t}$  og pesticidkoncentrationen ved DFR i  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ .



Forholdet mellem disse to værdier kaldes transferkoefficienten med enheden  $\text{cm}^2/\text{t}$ .

TABEL 3.3.2.2-1 TRANSFERKOEFFICIENTEN FOR KROPPEN. RE-ENTRY I VÆKSTHUSE.

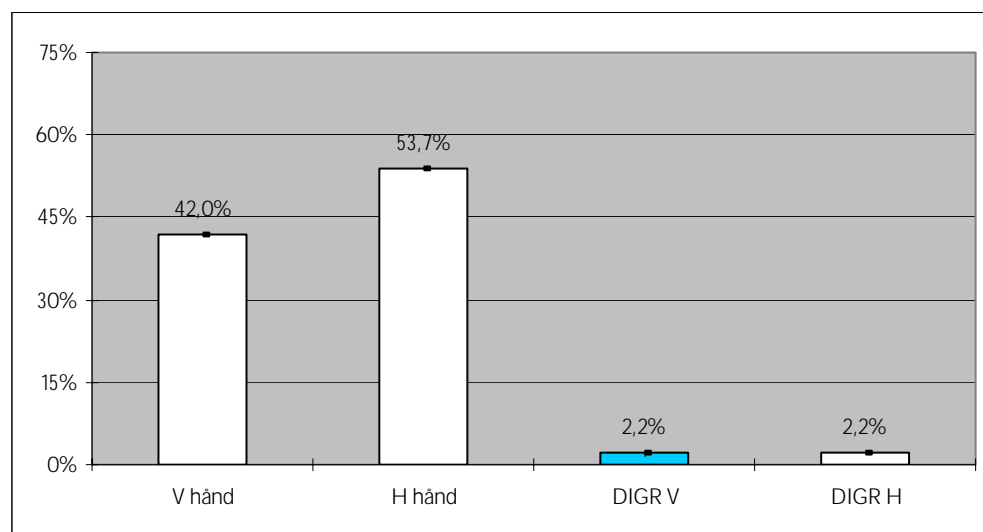
Geo. gns.	191,4
GSD	3,60
Ar. gns.	396,6
Ar. s	583,7
n	29
Min	18,03
Max	3.085
95%-fraktil	819,6
90%-fraktil	771,2
75%-fraktil	557,0
50%-fraktil	244,1
25% fraktil	87,02
10%-fraktil	31,47
MVUE	414
Logaritmisk normalfordeling?	Ja
Anvendt værdi	414,4

Af Tabel 3.3.2.2-1 fremgår det, at den anvendte værdi ligger mellem 50 og 75%-fraktilerne.

Projektresultat afrundet:

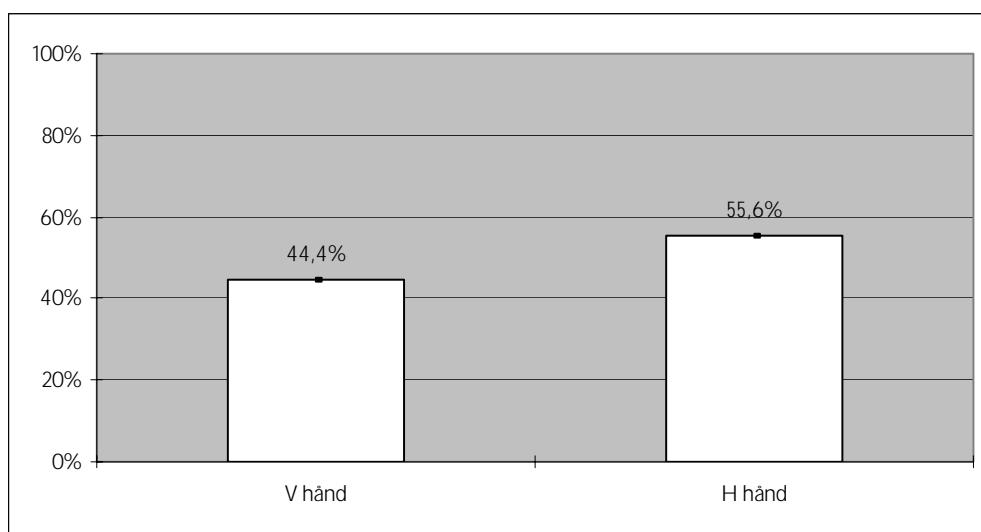
- **Transferkoefficienten ved re-entry i væksthuse (for kroppen uden hænderne) er  $415 \text{ cm}^2/\text{time}$**

### 3.3.2.3 Resultaterne fra håndeksponeringen



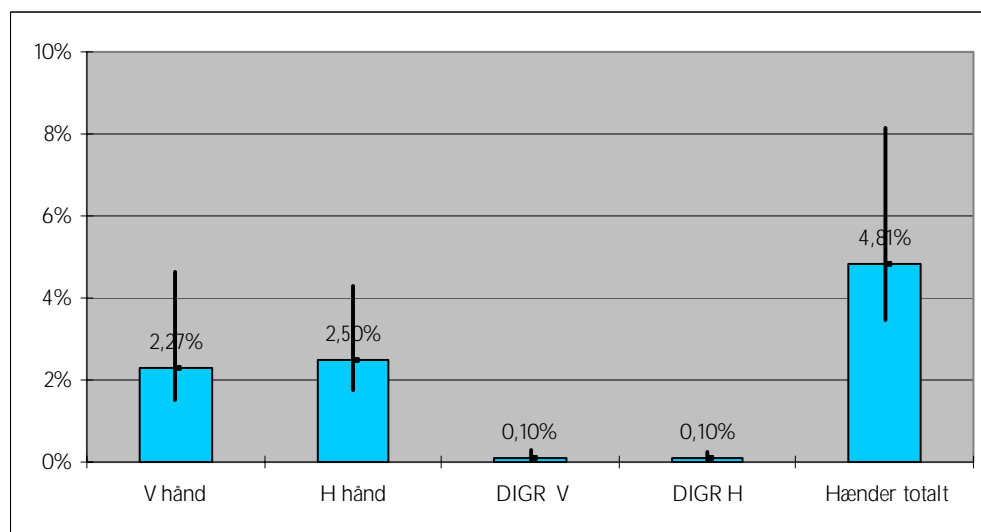
FIGUR 3.3.2.3-1. FORDELING AF DEN SAMLEDE AKTUELLE EKSPONERING PÅ HÆNDERNE. RE-ENTRY I VÆKSTHUSE. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af figur 3.3.2.3-1 fremgår det, at eksponeringen var noget højere på den højre hånd. Begge "DIGR" ligger på 2,2%.



FIGUR 3.3.2.3-2. FORDELING AF EKSPONERING PÅ BESKYTTESEHANDSKERNE. RE-ENTRY I VÆKSTHUSE. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af figur 3.3.2.3-2 fremgår det, at den højre hånd modtager noget højere eksponering end venstre hånd.



FIGUR 3.3.2.3-3. FORDELING AF DEN AKTUELLE EKSPONERING PÅ HÆNDERNE I PROCENT AF DEN POTENTIELLE HÅNDEKSPONERING. RE-ENTRY I VÆKSTHUSE. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Resultatet for let nitrilhandsken fremgår af figur 3.3.2.3-3. Beskyttelsesevnen for let nitrilhandskerne er 95,19% ( $100\% - 4,81\% = 95,19\%$ ).

TABEL 3.3.2.3-1. AKTUEL EKSPONERING PÅ HÆNDERNE I PROCENT AF POTENTIEL HÅNDEKSPONERING. RE-ENTRY I VÆKSTHUSE.

Geo. gns.	2,82%
GSD	2,89
Ar. gns.	4,52%
Ar. s	4,28%
n	29
Min	0,37%
Max	16,04%
95%-fraktil	14,20%
90%-fraktil	9,71%
75%-fraktil	6,53%
50%-fraktil	3,78%
25% fraktil	1,18%
10%-fraktil	0,77%
MVUE	4,81%
Logaritmisk normalfordeling?	Ja
Anvendt værdi	4,81%

Af Tabel 3.3.2.3-1 ses, at den anvendte værdi ligger mellem 50 og 75%-fraktilerne..

Projektresultat afrundet:

- **Beskyttelsesevnen for let nitrilhandskerne er 95%**

### 3.3.2.4 Model for håndeksponeringen ved re-entry

TABEL 3.3.2.4-1. TRANSFERKOEFFICIENTEN FOR HÆNDERNE. RE-ENTRY I VÆKSTHUSE.

Geo. gns.	112,9
GSD	3,91
Ar. gns.	295,9
Ar. s	717,1
n	29
Min	2,84
Max	3.924
95%-fraktil	640,8
90%-fraktil	457,6
75%-fraktil	243,1
50%-fraktil	97,43
25% fraktil	62,91
10%-fraktil	45,98
MVUE	270,2
Logaritmisk normalfordeling?	Ja
Anvendt værdi	270,2

Af Tabel 3.3.2.4-1 fremgår det, at den anvendte værdi svarer til 75%-fraktilen.

Projektresultat afrundet:

- **Transferkoefficienten ved re-entry i væksthuse (for hænderne) er 270  $\text{cm}^2/\text{time}$**

Udregnes transferkoefficienter fra de forskellige arbejdsfunktioner får vi nedenstående resultater.

TABEL 3.3.2.4-2. TRANSFERKOEFFICIENT FOR KROPPEN VED FORSKELLIGE ARBEJDSFUNKTIONER. RE-ENTRY I VÆKSTHUSE

Arbejdsfunktion	Kultur	Antal forsøg	Transferkoefficienter for kroppen			
			Geom. gen.	90%-fraktil	75%-fraktil	25%-fraktil
Pakning	Margeritter	2	23	29	27	21
Potning	Hebe	3	56	86	71	43
Sortering til afstand	Margeritter	1			72	
Sortering til afstand +	Begonia	5	66	125	97	46
Sortering til afstand +	Begonia	4	70	131	103	51
Knibning	Margeritter	2	104	151	137	90
Pakning	Campanula	1			255	
Udplantning	Margeritter	2	363	481	444	322
Sortering til afstand	Julestjerner	2	678	608	597	560
Sortering til afstand	Campanula	3	678	757	748	646
Plukning af agurker	Agurker	3	757	823	818	729
Klipning	Margeritter	1			3.085	

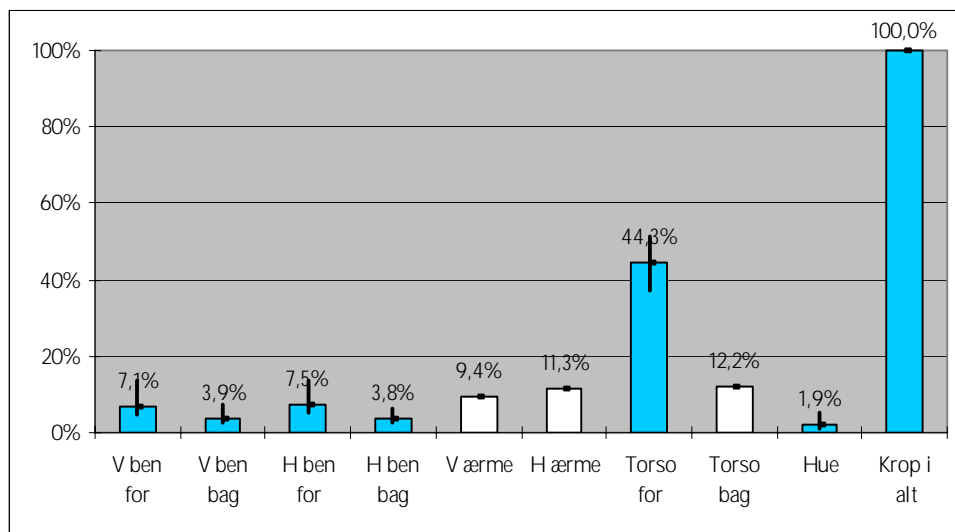
I Tabel 3.3.2.4-2 er resultaterne indsat med stigende værdi for 75%-fraktilen.

TABEL 3.3.2.4-3. TRANSFERKOEFFICIENT FOR HÆNDERNE VED FORSKELLIGE ARBEJDSFUNKTIONER. RE-ENTRY I VÆKSTHUSE

Arbejdsfunktion	Kultur	Antal forsøg	Transferkoefficienter for hænderne			
			Geom. gen.	90%-fraktil	75%-fraktil	25%-fraktil
Pakning	Margeritter	2	4	5	5	4
Sortering til afstand +	Begonia	5	59	72	63	53
Pakning	Campanula	1			64	
Potning	Hebe	3	56	86	71	43
Sortering til afstand	Margeritter	1			72	
Sortering til afstand +	Begonia	4	121	207	152	86
Sortering til afstand	Campanula	3	148	278	212	100
Udplantning	Margeritter	2	186	236	220	167
Sortering til afstand	Julestjerner	2	241	304	284	217
Plukning af agurker	Agurker	3	258	399	335	200
Knibning	Margeritter	2	614	699	670	573
Klipning	Margeritter	1			3.924	

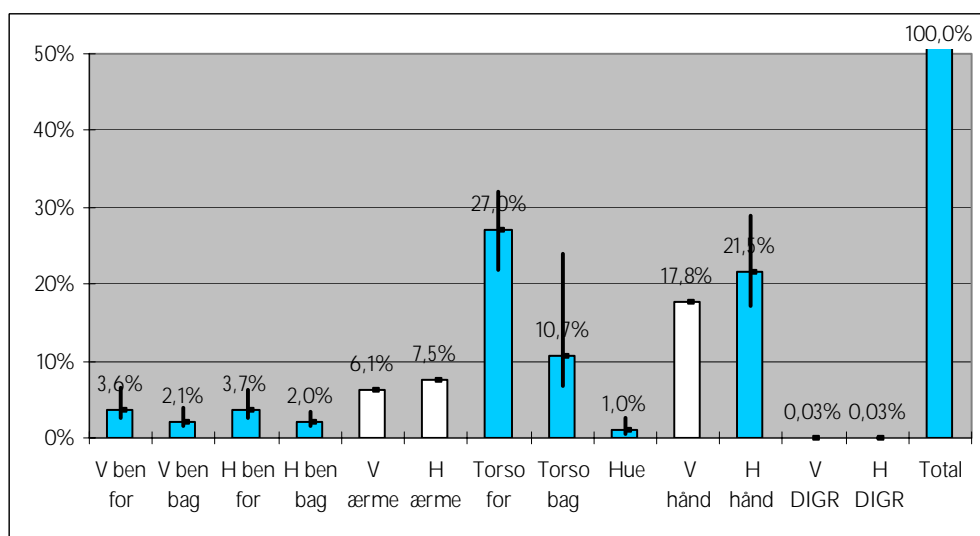
I Tabel 3.3.2.4-3 er resultaterne indsat med stigende værdier for 75%-fraktilen.

### 3.3.2.5 Fordeling af den potentielle eksponering



FIGUR 3.3.2.5-1. FORDELING AF POTENTIEL EKSPONERING PÅ KROPPEN (EKSKLUSIV HÆNDERNE) RE-ENTRY I VÆKSTHUSE. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.3.2.5-1 ses fordelingen af den potentielle mængde pesticid (den mængde pesticid der vil lande på en afklædt krop, eksklusiv hænderne) efter re-entry i væksthuse. Det fremgår, at "Torso for" modtager ca. 50% af kropsbelastningen.



FIGUR 3.3.2.5-2. FORDELING AF POTENTIEL EKSPONERING PÅ KROPPEN (INKLUSIVE HÆNDERNE). RE-ENTRY I VÆKSTHUSE. FORKLARING PÅ DE FORSKELLIGE SØJLETYPER, MVUE FOR SØJLEHØJDEN SAMT 95% SIKKERHEDSINTERVALLET FOR SØJLEHØJDEN ER ANGIVET I KAPITEL 2.7.

Af Figur 3.3.2.5-2 ses fordelingen af den potentielle mængde pesticid (den mængde pesticid der vil lande på en afklædt krop, inklusive hænderne) efter re-entry i væksthuse. Det fremgår, at "Torso for" samt "V hånd" og "H hånd" tilsammen modtager ca. 65% af den potentielle eksponering. Figureerne 3.3.2.5-1 og -2 er især af værdi for re-entrymandskabet i væksthuse. Her kan man danne sig et overblik over, hvor på kroppen der skal ofres mest opmærksomhed ved valg af beskyttelsesbeklædningen.

### 3.4 Resultater fra luftanalyserne

Som beskrevet i afsnit 2.4.7 er der gennemført luftanalyser fra alle 4 scenarier. Resultaterne fremgår af Bilag A.6.

### 3.5 Sammenligning af den anvendte beklædning

Efter metoden beskrevet under afsnit 2.7.1 sammenlignes den anvendte beklædning i de 4 scenarier.

#### 3.5.1 Data fra fyldning og udsprøjtning

##### 3.5.1.1 *Frugtavl*

Ved anvendelse af modellen på alle tøjprøvetyperne blev der fundet signifikante vekselvirkninger mellem tøjtype og prøvetype, mellem formulering og prøvetype samt mellem aktivt stof og prøvetype. Der var signifikante forskelle mellem tøjtype og prøvetype, men denne må fortolkes med forsigtighed, da der var vekselvirkning mellem disse to faktorer.

Vekselvirkningerne synes forårsaget af at der var forholdsvis lidt pesticid på beskyttelsesbeklædningens prøvetype 5 ved brug af tolylfluanid samt at der på beskyttelsesbeklædningen var en forholdsvis stor afsætning på prøvetype 6 hvilket betyder at den procentdel, af eksponeringen, som afsattes på beskyttelsesbeklædningen ikke var ens for alle prøvetyper.

I gennemsnit var eksponeringen ca. 40 gange større på beskyttelsesbeklædningen end på arbejdsbeklædningen for prøvetyperne 2-9 og ca. 2,3 gange større på arbejdsbeklædningen end på underbeklædningen for prøvetyperne 2-9 (Tabel 3.5.1.1-1).

TABEL 3.5.1.1-1. MODELBEREGNEDE GENNEMSNITLIG EKSPONERING PÅ DE ENKELTE TØJTYPER (USIKKERHEDEN PÅ DE ENKELTE GENNEMSNITSTAL ER CA. 48%)

Tøjtype	Geometrisk gennemsnit, $\mu\text{g}$ pr kg aktivt stof pr prøvetype
Beskyttelses-beklædning	270
Arbejds-beklædning	6,8
Under-beklædning	2,9

Ved anvendelse af modellen på handsker blev der fundet signifikante effekter af handsketype. Eksponeringen var i gennemsnit ca. 29 gange større på beskytteshandskerne end på bomuldshandskerne (henholdsvis 1021 og 36  $\mu\text{g}$  pr kg aktivt stof pr handske – begge med en usikkerhed på ca. 50%). Der var ikke signifikant forskel på højre og venstre handske.

##### 3.5.1.2 *Væksthuse*

Ved anvendelse af modellen på prøvetyperne (1-9) blev der fundet signifikante vekselvirkninger mellem tøjtype og prøvetype. Denne synes at skyldes at eksponeringen på beskyttelsesbeklædningens prøvetype 4 var forholdsvis høj samt at eksponeringen på underbeklædningen var større end på arbejdsbeklædningen for prøvetyperne 2 og 3, men mindre på underbeklædningen end på arbejdsbeklædningen for prøvetyperne 4-9 (Figur 3.5.1.2-1). Den større eksponering på underbeklædningen end på

arbejdsbeklædningen for prøvetyperne 2 og 3 skyldes nok at værdierne her ligger tæt på detektionsgrænsen (kun 1 hhv. 4 stykker arbejdsbeklædning og underbeklædning havde her en værdi over detektionsgrænsen) og er derfor behæftiget med en stor usikkerhed.

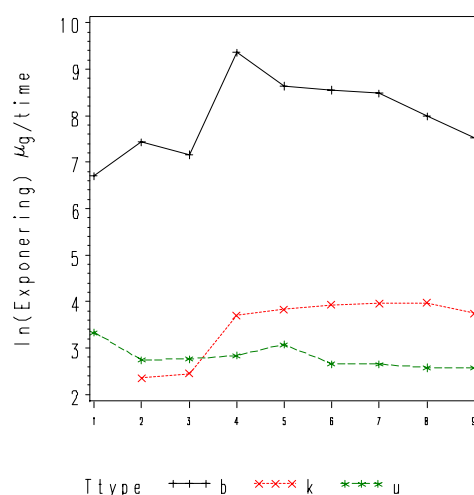
Endelig skyldes noget af vekselvirkningen også mere generelt at den relative forskel mellem eksponeringen på tøjtyperne varierede noget fra prøvetype til prøvetype. Dette betyder at også ved udsprøjtning i væksthuse var den procentdel, af eksponeringen, som afsattes på f.eks. beskyttelsesbeklædningen ikke ens for alle prøvetyper.

Eksponeringen var i gennemsnit ca. 2,7 gange større ved brug af væskeformulerede midler end ved brug af granulatformulerede midler (baseret på prøvetyperne 2-9). Eksponeringen var i gennemsnit ca. 104 gange større på beskyttelsesbeklædningen end på arbejdsbeklædningen for prøvetyperne 2-9 og ca. 2,1 gange større på arbejdsbeklædningen end på underbeklædningen for prøvetyperne 2-9. (se Tabel 3.5.1.2-1).

For udsprøjtningen i væksthuse var beskyttelsestøjet således meget effektiv idet kun 1% af den samlede eksponering trængte ind på arbejdstøjet og kun ca. ½% trængte ind på undertøjet.

TABEL 3.5.1.2-1. GENNEMSNITLIG EKSPONERING PÅ DE ENKELTE TØJTYPER (USIKKERHEDEN PÅ DE ENKELTE GENNEMSNITSTAL ER CA. 33%)

Tøjtype	Geometrisk gennemsnit, µg pr kg aktivt stof pr prøvetype
Beskyttelses-beklædning	3448
Arbejds-beklædning	33
Under-beklædning	15



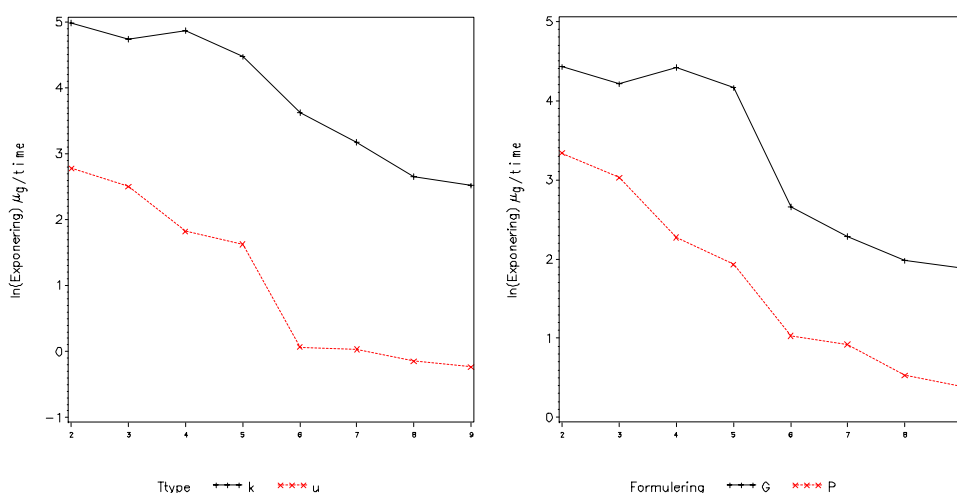
FIGUR 3.5.1.2-1. VEKSELVIRKNING MELLEM TØJTYPE OG PRØVETYPE

Ved anvendelse af modellen på handsker blev der fundet signifikant effekter af handsketype. Eksponeringen var i gennemsnit ca. 27 gange større på beskytteshandskerne end på bomuldshandskerne (henholdsvis ca. 4744 og 174 µg pr kg aktivt stof pr handske – med en usikkerhed på ca. 38%). Der var ikke signifikant forskel på højre og venstre handske.

### 3.5.2 Data fra re-entry

#### 3.5.2.1 Frugtavl

Ved anvendelse af modellen blev der for prøvetyperne 2-9 fundet signifikant vekselvirkning mellem tøjtype og prøvetype samt mellem formulering og prøvetype. Vekselvirkningen mellem tøjtype og prøvetype synes at skyldes at den relative forskel mellem tøjtyperne var mindre for ærmerne (prøvetype 2 og 3) end for de øvrige prøvetyper (Figur 3.5.2.1-1) således arbejdstøjets ærmer tillod forholdsvis mere at trænge ind på undertøjet end de øvrige dele af arbejdstøjet. Vekselvirkningen mellem formulering og prøvetype synes at skyldes at forskellen mellem de to formuleringer var større på for og bagside af trøjen (prøvetype 4 og 5) end for de andre prøvetyper (Figur 3.5.2.1-1).



FIGUR 3.5.2.1-1. VEKSELVIRKNING MELLEM TØJTYPE OG PRØVETYPE (VENSTRE) SAMT MELLEM FORMULERING OG PRØVETYPE (HØJRE)

Eksposeringen var i gennemsnit ca. 4,8 gange større for granulat formulerede midler end for pulverformulerede midler (baseret på prøvetype 2-9), men forskellen var kun næsten signifikant ( $P=5,3\%$ ).

Der var i gennemsnit ca. 16 gange større eksposering på arbejdsbeklædningen end på underbeklædningen for prøvetyperne 2-9 (Tabel 3.5.2.1-1). Eksposeringen var i gennemsnit ca. 7,5 gange større på trøjen (prøvetype 2-5) end på bukserne (prøvetype 6-9).

TABEL 3.5-2.1-1. GENNEMSNITLIG EKSPONERING PÅ DE ENKELTE TØJTYPER (USIKKERHEDEN PÅ DE ENKELTE GENNEMSNITSTAL ER CA. 29%)

Tøjtype	Geometrisk gennemsnit, $\mu\text{g}$ pr time pr prøvetype
Arbejdsbeklædning	48
Underbeklædning	2,9

Ved anvendelse af modellen blev der for handsker fundet signifikant effekt af handsketype. Eksposeringen var ca. 16 gange større på beskyttelseshandsker end på bomuldshandskerne (henholdsvis ca. 72 og 4,5  $\mu\text{g}$  pr time pr handske – med en usikkerhed på ca. 32%). Der var ikke signifikant forskel på højre og venstre handske. Eksposeringen var i gennemsnit ca. 4,4 gange større for



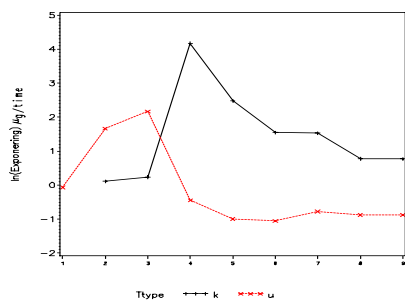
granulat formulerede midler end for pulverformulerede midler, men forskellen var kun næsten signifikant (P=5,5%).

### 3.5.2.2 Væksthus

Der var signifikant vekselvirkninger mellem tøjtype og prøvetype, mellem formulering, tøjtype og prøvetype samt mellem arbejdsfunktion, tøjtype og prøvetype.

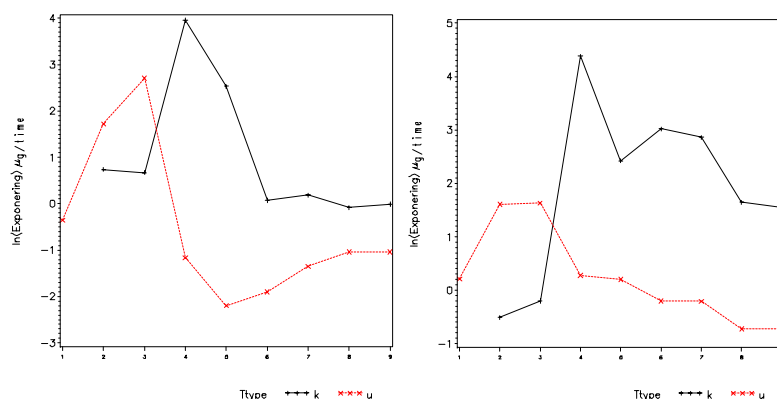
Vekselvirkningen mellem tøjtype og prøvetype skyldtes især at eksponeringen på prøvetype 4 var meget stor – og meget større på arbejdsbeklædningen end på underbeklædningen samt at eksponeringen på undertøjets ærmer var større end på arbejdstøjets ærmer (se Figur 3.5.2.2-1) således at arbejdsbeklædningens forstykke holdt forholdsvis meget af eksponeringen tilbage – hvilket igen nok skyldtes at der blev afsat forholdsvis meget på dette tøjstykke.

Grunden til at eksponeringen var større på undertøjets ærmer (dvs. den bare hud) end på arbejdstøjets ærmer, skyldes at ved re-entry i væksthuse var arbejdstøjet kortærmet T-shirts.



FIGUR 3.5.2.2-1. VEKSELVIRKNING MELLEM TØJTYPE OG PRØVETYPE

Vekselvirkningen mellem formulering, tøjtype og prøvetype synes at skyldes at forskellen mellem tøjtyper var større for trøjen (prøvetype 4-5) end buksene (prøvetype 6-9) ved brug af granulatformulerede midler, mens forskellene mellem tøjtyper var mere ens ved brug af væskeformulerede midler (Figur 3.5.2.2-2).

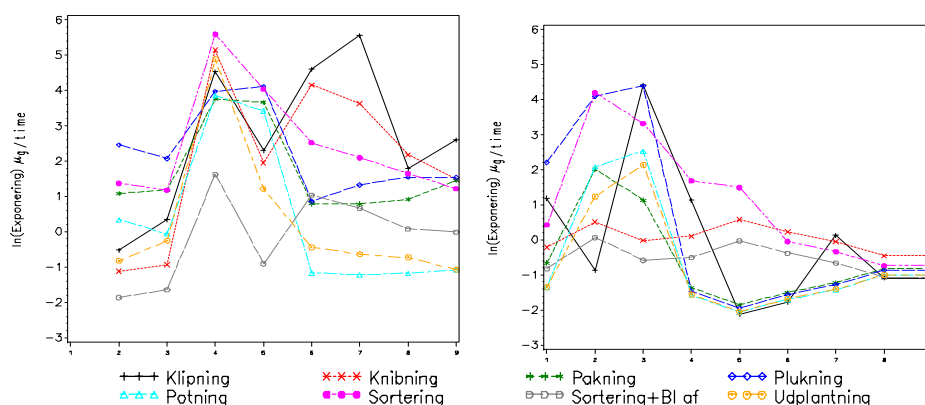


FIGUR 3.5.2.2-2. VEKSELVIRKNING MELLEM FORMULERING, TØJTYPE OG PRØVETYPE. (GRANULATFORMULEREREDE TIL VENSTRE OG VÆSKEFORMULEREREDE TIL HØJRE)

Vekselvirkningen mellem arbejdsfunktion, tøjtype og prøvetype synes bl.a. at skyldes at effekten af arbejdsfunktion var større på trøjen (prøvetype 2-5) end på benklæderne (prøvetype 6-9) og at arbejdsfunktionen generelt havde en

meget lille effekt for eksponeringen på underbenklæderne (Figur 3.5.2.2-3). Desuden at plukning gav den største afsætning på arbejdsbeklædningens hue.

Ved klipning blev der afsat mest på trøjens forstykke (prøvetype 4) samt foran på venstre ben (prøvetype 7), mens der på underbeklædningen her blev afsat mest på venstre ærme (prøvetype 3), hue (prøvetype 1) og forside af undertrøje (prøvetype 4). Denne vekselvirkning synes at vise at den mængde der blev afsat på de enkelte tøjstykker og tøjtyper afhang meget af hvilken arbejdsfunktion, der blev udført.



FIGUR 3.5.2.2-3. VEKSELVIRKNING MELLEM ARBEJDSFUNKTION, TØJTYPE OG PRØVETYPE (ARBEJDSBEKLÆDNING TIL VENSTRE OG UNDERBEKLÆDNING TIL HØJRE).

I gennemsnit var eksponeringen på tøjet størst ved sortering, men der var dog kun signifikante forskelle mellem sortering og pakning, sortering og sortering + afbladning samt mellem sortering og udplantning. Eksponeringen var i gennemsnit 5 gange større på arbejdsbeklædningen end på underbeklædningen. For de enkelte prøvetyper var eksponeringen i gennemsnit størst på forsiden af trøjen (prøvetype 4), men også ærmerne (prøvetype 2-3) og bagsiden af trøjen (prøvetype 5) havde en høj gennemsnitlig eksponering. Den mindste eksponering fandtes på bagsiden af bukserne (prøvetype 8 og 9).

Ved anvendelse af modellen blev der for handsker fundet signifikante effekter af handsketype samt højre og venstre hånd. Eksponeringen var i gennemsnit ca. 47 gange større på beskyttelseshandskerne end på bomuldshandskerne. Eksponeringen var i gennemsnit ca. 34% større på højre hånd end på venstre hånd (se også Tabel 3.5.2.2-1).

TABEL 3.5.2.2-1. GENNEMSNITLIG (GEOMETRISK) EKSPONERING PÅ HANDSKER, µG PR TIME (USIKKERHED PÅ DE ENKELTE VÆRDIER ER CA. 44%)

	Venstre hånd	Højre hånd
Beskyttelseshandsker	55	61
Bomuldshandsker	1,0	1,6

Der var signifikante vekselvirkninger mellem arbejdsfunktion og hånd samt mellem arbejdsfunktion, handsketype og hånd. Vekselvirkningen mellem arbejdsfunktion og hånd synes at skyldes at eksponeringen på de to hænder var afhængig af arbejdsfunktionen. Således var eksponeringen ca. 3,7 gange større på venstre hånd end på højre hånd ved klipning, mens der omvendt var en ca. 5 gange større eksponering på højre hånd end på venstre hånd ved plukning. Også ved udplantning og knibning var eksponeringen væsentlig større på højre hånd end på venstre hånd (se Tabel 3.5.2.2-2).

TABEL 3.5.2.2-2. GENNEMSNITLIG (GEOMETRISK) EKSPONERING PÅ HØJRE HÅND OG PROCENTVIS EKSPONERING PÅ VENSTRE HÅND I FORHOLD TIL HØJRE HÅND VED FORSKELLIGE ARBEJDSFUNKTIONER

Arbejdsfunktion	Klipning	Knibning	Pakning	Plukning
Højre hånd, µg pr time	36	53	4,8	18
Venstre hånd, %	358	51	69	20
Antal H/V	1/0	1/1	3/0	3/0

Arbejdsfunktion	Potning	Sortering	Sortering+	Udplantning
Højre hånd, µg pr time	2,6	18	2,1	4,9
Venstre hånd, %	88	69	129	47
Antal H/V	3/0	5/1	7/2	2/0

I Tabel 3.5.2.2.-2 ses tillige hvor mange højrehådede og venstrehådede personer, der var i hver gruppe.



# 4 Diskussion

## 4.1 Generelt for alle forsøgene

Ifølge OECD's guidelines (OECD, 1997) bør samme forsøgsperson ikke deltage i flere forsøg. Som beskrevet og begrundet i afsnit 2.2 har flere forsøgspersoner i dette projekt deltaget i flere forsøg.

For at få så realistiske danske data som muligt, blev alle forsøgspersonerne bedt om ikke at ændre deres daglige arbejdsfunktioner under forsøgene, hvilket vi har konstateret at forsøgspersonerne har rettet sig efter. Iagttages man under arbejdet, ændres ens arbejdsfunktioner. Alligevel har der været mindst en projektmedarbejder tilstede under alle forsøgene. Uforudsete problemer kan opstå, og de skal løses lige nu og her.

Hvor analyseresultatet lå under detektionsgrænsen, er anvendt den aktuelle værdi for  $0,5 \cdot \text{LOD}$ .

Under forsøgene i "marken" blev der ikke gennemført direkte tilsætningsforsøg til prøvetyperne, de såkaldte "field recovery", selvom det er obligatorisk i OECD's guideline (OECD, 1997). I rapporten om Handskeprojektet (Kirknel & Sjelborg, 2003) er problematikken gennemdiskuteret og da prøvehåndteringen fra mark til analyse var den samme i dette projekt, blev disse forsøg heller ikke gennemført i dette projekt.

Resultaterne fra de gennemførte luftanalyser er samlet i Bilag A.6. Kun i 29% af udtagninger blev der fundet resultater over detektionsgrænserne. Hvor det ene resultat var over detektionsgrænsen blev det andet rapporteret med værdien for  $0,5 \cdot \text{LOD}$ . Der var kun målbare resultater ved scenariet med fyldning og udsprøjtning. Vi har valgt ikke at lade resultaterne fra luftanalyserne indgå i beregningerne for aktuel eksponering.

Den lave genfindelse i stabilitetsforsøgene for kresoxim-methyl på nitrilhandsker har vi ingen forklaring på, men da standardafvigelsen på disse resultater er som de øvrige, har vi godtaget resultatet.

### 4.1.1 Sammenligning af vore resultater med tidligere resultater

Til måling af hudeksponering anvendes der mange forskellige opsamlingsmetoder ifølge litteraturen. I den internationale litteratur om hudeksponeringer er der meget få studier, hvor der er anvendt den samme metoder som vi har valgt i dette projekt.

I udsprøjtningforsøg gennemført med dimethoat i oliventræer og endosulfan i nelliker i Spanien, blev de to opsamlingsmetoder Patch og Whole body method sammenlignet (Delgado & Glass, 2002). Som opsamlingsmedie bar forsøgspersonerne yderst en coverall af "Sontara" samt inderst en coverall af typen Tyvek. 15 Patches (opsamlingslapper) blev påsat forsøgspersonen og beklædningen blev opdelt efter næsten samme princip som i nærværende projekt. Tidligere forsøg har vist en overestimering på 2-4 gange ved Patch

metoden. Ved forsøgene i oliventræerne fandt man en god overensstemmelse imellem de to metoder, medens der var forskel ved forsøgene med nelliker. Forfatterne mener, at det skyldes den tættere kontakt mellem forsøgsperson og kultur, når der arbejdes med nelliker. En sådan tæt kontakt vil bevirke en øget ujævn kontaminering og dermed opsamlingsfejl ved Patch metoden.

I Spanien har (Frenich et al., 2002) gennemført forsøg i væksthuse for at konstatere hvor på kroppen hudeksponeringen bliver højest ved udsprøjtning. Undersøgelserne viste højest eksponering på de to bukseben. Vore studier viser højest eksponering på de 2 torsodele, men også over 10% på begge "ben for".

Under EU-projektet RISKODERM (QLKACT-1999-01107) har målet med et af delprojekterne været at få opbygget en predictiv model med hudeksponeringer til brug ved risikovurderinger. Projektet er et samarbejde imellem 10 medlemslande. Her gennemføres og indsamles resultater fra 5 lande, hvor resultaterne inddeles i DEO (Dermal Exposure Operation).

Selvom der sættes krav til forsøgsgennemførelsen viser det sig alligevel, at hudeksponeringen selv indenfor samme DEO er meget varierende. Den foreliggende litteratur gennemgås grundigt af (van Hemmen et al., 2003), (Marquart et al., 2003), (Goede et al., 2003), (Warren et al., 2003), (Oppl et al., 2003), (Schumacher-Wolz et al., 2003). Resultaterne fra RISKODERM anvendes tillige i forbindelse med fastsættelse af hudeksponeringer ved arbejdspladsvurderinger (Kromhout et al., 2004, Rajan-Sithamparanadarajah et al., 2004).

Desuden testes RISKODERM modellen for potentiel hudeksponering i praksis (Marquart, 2005). I 6 ud af 16 tilfælde er potentiel kropseksponering højere end potentiel håndeksponering.

Under dette arbejde nævner J. Marquart (Marquart et al., 2003) at der i 2003 kun fandtes 3 mulige modeller med hudeksponering: EASE (ECB, 1996), US EPA (US EPA, 1987) og EUROPOEM (EUROPOEM, 1996).

Da de eksisterende databaser med hudeksponeringer kun indeholder få data, har Marquart og hans kollegaer (Marquart et al., 2006) samlet resultater fra forskellige scenarier, hvor de forud har fastsat koncentrationen af det anvendte aktive stof. Resultaterne fra disse undersøgelser anses i dag for det bedste estimat for håndeksponering. Det nyeste fra RISKODERM projektet er udarbejdelsen af en hudeksponerings model til brug ved risikovurderinger (Warren et al., 2006).

Gennem Richard Glass, Environmental Biology, Central Science Laboratory, Sand Hutton, York, England er vi blevet informeret om, at EUROPOEM ikke er blevet opdateret siden 2003. Vi har valgt at sammenligne vore resultater med EUROPOEM i de tilfælde, hvor det kan lade sig gøre samt med tidligere danske studier.

I EUROPOEM databasen udtrykkes de forskellige modeller både ved:

- potentiel eksponering i  $\mu\text{g}/\text{kg}$  aktivt stof
- ml udsprøjtet / time

Af afsnit 2.1 fremgår det, at vi har valgt den førstnævnte modeltype, men med den potentielle eksponering udtrykt ved mg/ kg aktivt stof.

I de følgende afsnit er der blandt andet en diskussion om hvorledes de opnåede resultater står i relation til de i projektet opstillede hypoteser. Det skal erindres ved gennemgang af dette afsnit, at hypoteserne hovedsagelig er opstillede som mål der var bedre end især EUROPOEM's værdier. Herudover at bekræfte eller afkræfte tidligere danske resultater på området. EUROPOEM er ment som en default database, hvis anvendelse finder sted som et udgangspunkt i risikovurderingens første trin. Dette understreges i forordet til EUROPOEM II:

***"The calculated potential dermal exposure data using these values may be used in the first tier of the risk assessment. In the higher tiers more and more experimental information is required as (som eksempel, ed.) presented in the table and the graph on pages 15 and 16, respectively".***

Dette gælder for både EUROPOEM og EUROPOEM II.

En afvigelse fra hypoteserne ser forfatterne derfor ikke som en belastning af de opnåede resultater, snarere data til mere specifik anvendelse, for eksempel under danske forhold. På trods heraf, forsøger vi at forklare forskellene.

## 4.2 Modeler for fydning og udsprøjtning

### 4.2.1 Frugtavl



TABEL 4.2.1-1. HYPOTESER OG PROJEKTRESULTATER FYLDNING OG UDSPRØJTNING I FRUGTAVL

	mg potentiel kropseksponering/kg aktiv stof håndteret
Hypotese	< 30
Projektresultat	25
<hr/>	
	mg potentiel håndeksponering/kg aktiv stof håndteret
Hypotese	< 30
Projektresultat	5

Som der fremgår af Tabel 4.2.1-1 er begge hypoteser opfyldt.

Da EUROPOEM ikke inkluderer resultater fra frugtavl, sammenlignes med resultater fra fyldning og udsprøjtning i landbruget.

Fra EUROPOEM's hjemmeside <http://europoem.csl.gov.uk> (juni 2006) fremgår det at værdierne fra denne database er:

75%-fraktilen: 3 mg kropseksponering/kg aktivt stof

75%-fraktilen: 21 mg håndeksponering/kg aktivt stof

I Danmark er der ikke tidligere gennemført studier af dette scenarium. Men sammenlignes derimod med de tidligere danske studier (Kirknel & Sjelborg, 2003), fra landbrugsscenarioet ses god overensstemmelse (Det skal nævnes at fyldningsscenarioet vurderes ens for landbrug og frugtplantager). Her fandt man MVUE på 5 mg/kg for håndeksponering (kropseksponeringen blev ikke målt).

Afstanden til EUROPOEM's værdier er tydelig, men dette blev kommenteret i den tidligere nævnte rapport (Kirknel & Sjelborg, 2003) således:

***"De danske data er fra år 2000 til 2001, EUROPOEM's data er for de fleste 10 år gamle. Måske er de antydede forskelle, resultatet af en øget bevidsthed som også er set i Danmark de seneste 10 år på området arbejdsmiljø i landbruget. Men den tyske model for potentiel håndeksponering ligger på 50% af værdien i foreliggende rapport, nemlig 2,4 mg/kg aktivt stof for 75% fraktilen (Lundehn 1992). De tyske undersøgelser er foretaget med håndvask eller specielle bomuldshandsker som kun har haft til formål at opsamle potentiel eksponering. De danske forsøg er foretaget med svære nitrilhandsker som man kunne gætte på gav en overestimeret potentiel eksponering grundet størrelsen og mangel på finmotorik i hånden. En anden forklaring kunne være at de danske undersøgelser er foretaget under lidt mere praksisnære betingelser end de tyske."***

Grundlæggende er der ingen væsentlig forskel imellem de tyske resultater fra 1992 og de danske. Af disse årsager føler vi at de danske undersøgelser svarer til danske arbejdsforhold i frugtplantager.

Omkring kvinders arbejde i gartnerier, kom Andersen & Nielsen(2001) med en anbefaling om brug af handsker ved re-entry arbejde i gartnerier, som især gjaldt ved pesticidarbejde indenfor 24 timer efter pesticidbehandling. De to forfattere gjorde ligeledes opmærksomme på, at bedre information til medarbejderne ville kunne mindske risikoen for eksponering.

Noget kunne tyde på, at danskerne er opmærksomme på vejen til et godt arbejdsmiljø. Denne viden er blandt andet tilvejebragt med oplysning og



grundig information samt krav om obligatorisk uddannelse af sprøjtemandskabet.

#### 4.2.2 Væksthuse



TABEL 4.2.2-1. HYPOTESER OG PROJEKTRESULTATER. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I VÆKSTHUSE.

	mg potentiel kropseksposering/kg aktiv stof håndteret
Hypotese	< 1.000
Projektresultat	70
	mg potentiel håndeksposering/kg aktiv stof håndteret
Hypotese	25
Projektresultat	15

Som der fremgår af Tabel 4.2.2-1 er begge hypoteser opfyldt.

På EUROPOEM's hjemmeside <http://europoem.csl.gov.uk> (juni 2006) fremgår det at værdierne fra denne database er:

75%-fraktilen: 974 mg kropseksposering/kg aktivt stof

75%-fraktilen: 508 mg håndeksposering/kg aktivt stof

De danske undersøgelser giver således lavere resultater end EUROPOEM. Forklaringen er vel at vor metode opsamler det som er på hænderne, EFTER at en eventuel eksponering er sket. Ved afvaskningsmetoden, stopper man op og vasker forsøgspersonens hænder af flere gange under forsøget.

Fra de tidligere danske undersøgelser af dette scenarium i væksthuse (Kirknel & Sjelborg, 2003) har vi for håndeksposering et MVUE på 25 mg/kg. Projektresultatet bekræfter igen de tidligere danske undersøgelser.

Sammenlignes de to scenarier med fyldning og udsprøjtning i henholdsvis frugtavl og i væksthuse ses en god overensstemmelse mellem kropseksposering/håndeksposering.

Også her må det betones at EUROPOEM er en default eksponeringsdatabase som er sammensat af forsøg fra forskellige lande med forskellige vaner.

#### 4.3 Model I er for re-entry

Som beskrevet i afsnit 2.1 benyttes nedenstående model for disse scenarier.

$$\text{Transferkoefficient cm}^2/\text{time} = \frac{\mu\text{g Potentiel eksponering / time}}{\text{DFR } \mu\text{g/cm}^2}$$

### 4.3.1 Frugtavl



TABEL 4.3.1-1. HYPOTESER OG PROJEKTRESULTATER. RE-ENTRY I FRUGTAVL.

	Transkoefficient for kroppen(uden hænderne) cm <sup>2</sup> /t
Hypotese	< 12.000
Projektresultat	7.000
	Transkoefficient for hænderne cm <sup>2</sup> /t
Hypotese	< 12.000
Projektresultat	1.575

Af Tabel 4.3.1-1 fremgår det, at hypoteserne er opfyldt.

De angivne hypoteser fra EUROPOEM II er værdier som var til rådighed da ansøgningen til dette projekt blev skrevet. Værdierne stammer fra en draft report marts 2002, som var klar til trykning. Disse værdier anvendte vi i ansøgningen til nærværende projekt. Endelig rapport udkom december 2002 og havde i mellemtiden fået justeret disse værdier radikalt.

EUROPOEM II angiver i sin endelige rapport en "indicativ" transferkoefficient (værdi som er baseret på få, usikre data) for hænder på 4.500 cm<sup>2</sup>/t for frugttræer, samt en mere usikker værdi for kropseksposering på 20.000 cm<sup>2</sup>/t. Transferkoefficienterne i nærværende rapport for hænder og krop på henholdsvis 1.575 og 7.000 cm<sup>2</sup>/t, er ca. en tredjedel af værdierne i EUROPOEM II.

Dette mener vi dels har sin årsag i at EUROPOEM II's værdier er fraktiler (75 og 90% fraktiler, den højere fraktil er valgt grundet for få data) som forudsætter at repræsentere midtpunktet i datasættene uden at beregne geometrisk standardafvigelse, hvorimod vore midtpunktsværdier er beregnede midtpunktsværdier, og dels at EUROPOEM II's datasæt er meget usikre og stammer fra stærkt heterogene forsøg. At forsøgene er heterogene er netop tilsigtet i EUROPOEM, da konklusionerne skal dække et bredt geografisk område, nemlig hele Europa..

Af tabellerne 3.3.1.2-1 og 3.3.1.4-1 fremgår det, at transferkoefficient for kroppen eksklusive hænderne er mellem 850 og 18.200 cm<sup>2</sup>/t, og mellem 240 og 5.100 cm<sup>2</sup>/t for kun hænderne. Disse værdier synes umiddelbart at passe ind i en konservativ vurdering af EUROPOEM II's transferkoefficienter for krop og hænder.

Udover personvariationen kan der være mange grunde til den store spredning. Arbejdsfunktionen i dette scenarium var plukning af æbler og de lokale betingelser kan være meget varierende. Brugen af kurve, der bæres over skulderen, til indsamling af de plukkede æble, er ofte anvendt. Kurvenes udformning er forskellig, og endvidere vil afsmitningen på torsoen være afhængig af i hvor lang tid kurven har været i brug. Ved nogle forsøg transporteres de plukkede æbler direkte videre på et samleband. Afhængig af æblesorten varierer træernes opbygning og dermed varierer også tilgængeligheden for forsøgspersonerne.

I frugtavlens er der en behandlingsfrist på 2 uger. I dette projekt er der gået fra 14 til 33 dage fra udsprøjtning til plukning. Om efteråret, når æblerne plukkes i Danmark, er vejret tillige ret ustabil med megen regn, som vil skylle overfladiske pesticidrester af.

Disse faktorer vil alle kunne påvirke både eksponeringen og DFR.

Ved udsprøjtningerne blev der typisk behandlet afgrøder på flere arealer i frugtplantagen, hvorfor DFR-udtagningerne er foretaget både lige før og efter re-entry. DFR i frugtavlens er ca. 10 gange lavere end i væksthuse.

### 4.3.2 Væksthuse



TABEL 4.3.2-1. HYPOTESER OG PROJEKTRESULTATER. RE-ENTRY I VÆKSTHUSE.

	Transkoefficient for kroppen(uden hænderne) cm <sup>2</sup> /t
Hypotese	< 2.500
Projektresultat	415
	Transkoefficient for hænderne cm <sup>2</sup> /t
Hypotese	< 5.000
Projektresultat	270

Af Tabel 4.3.2-1 fremgår det, at hypoteserne er opfyldt.

Da EUROPOEM II også her kun har meget få gode datasæt, har EUROPOEM's arbejdsgruppe foreslået at anvende en transferkoefficient for hænderne for prydplanter på 5.000 cm<sup>2</sup>/t.

EUROPOEM's transferkoefficienter er gældende for "ornamentals" som oftest omfatter høst af roser, nelliker og lignende kulturer. De danske undersøgelser er foretaget i kulturer som generelt er langt mindre af volumen, se tabellerne 3.3.2.4-2 og -3.

For re-entry studier i væksthuse er DFR, der ligger indenfor 1 døgn efter udsprøjtningen, en interessant parameter. Den kaldes initial DFR "0" og har benævnelsen (µg/cm<sup>2</sup>)/(kg aktivt stof/ha). Den teoretiske værdi for 1 kg aktivt stof udsprøjtet på en vandret flade/ha er 10 µg/cm<sup>2</sup>.

I handskeprojektet (Kirknel & Sjelborg, 2003) er afbilledet initial DFR både fra danske undersøgelser samt værdier fra EUROPOEM II. Tabel 4.3.2-2 viser DFR "0" udregnet fra dette projekt.

TABEL 4.3.2-2. OVERSIGT OVER DFR "0".

Re-entry numre for personer	DFR"0"/ (kg/ha)	Dato for sprøjtning	Dato for re-entry	Dage efter spr.
204	5,75	19-03-2004	20-03-2004	1
205+206+207	0,08	19-03-2004	20-03-2004	1
205+206+207	0,08	19-03-2004	20-03-2004	1
205+206+207	0,08	19-03-2004	20-03-2004	1
208+209+210+211	4,69	23-03-2004	24-03-2004	1
208+209+210+211	4,69	23-03-2004	24-03-2004	1
208+209+210+211	4,69	23-03-2004	24-03-2004	1
208+209+210+211	4,69	23-03-2004	24-03-2004	1
212+213	1,51	31-03-2004	01-04-2004	1
212+213	1,51	31-03-2004	01-04-2004	1

Af Tabel 4.3.2-2 og af Kirknel & Sjelborg, (2003) fremgår det, at der er store variationer både mellem vore, de tidligere danske resultater og de udenlandske resultater. Da DFR er en central parameter ved risikovurderingerne, anbefaler EUROPOEM at værdien 3 µg/cm<sup>2</sup> skal anvendes, hvis der ikke foreligger andet fra leverandøren.

Af tabellerne 3.3.2.4-2 og 3.3.2.4-3 fremgår det meget tydeligt, at der er forskellige transferkoefficienter afhængig af arbejdsfunktionerne. Derudover

har mange andre faktorer indflydelse på transferkoefficienten. For eksempel: det aktive stof, pesticidformuleringen, dosis, kulturen, kulturens udviklingstrin samt re-entry intervallet.

I Handskeprojektet (Kirknel & Sjelborg, 2003) hvor kun azoxystrobin indgår som aktivt stof, fandt vi ligeledes en stor variation i transferkoefficienterne.

Af de to nævnte tabeller fremgår det, at arbejdsfunktionen klipning af margeritter, både hvad angår kropseksposering og håndeksposering, er den, der her giver de højeste tal, hvilket også var forventet. Forsøgspersonen sad længe stille over bordet, derfor er der også eksposering på "benene for".

Dernæst gav plukning af agurker meget eksposering på kroppen, hvilket også var ventet. Her går medarbejderne inde i den 2-3 m høje kultur. Sammenlignes resultaterne i Tabel 3.3.2.4-1 med tidligere danske resultater ses, at transferkoefficienterne er angivet i områder 3-3.924 mg/kg, medens de tidligere lå fra 19 til 6.606 mg/kg (Kirknel & Sjelborg, 2003).

#### 4.4 Beklædning ved udsprøjtning og fyldning

##### 4.4.1 Frugtavl

TABEL 4.4.1-1. HYPOTESER OG RESULTATER. FYLDNING OG UDSPRØJTNING I FRUGTAVL

	Beskyttelsesevne for coverall i kombination med arbejdsbeklædningen i %
Hypotese	Ingen
Projektresultat	98
	Beskyttelsesevnen for coverall i %
Hypotese	> 90
Projektresultat	95
	*Beskyttelsesevnen for arbejdsbeklædningen i %
Hypotese	< 70 og > 50
Projektresultat	97
	Beskyttelsesevnen for nitril handsker i %
Hypotese	> 95
Projektresultat	93

(\*Procent beskyttelse for arbejdsbeklædningen er her kun gældende når arbejdsbeklædningen anvendes under en coverall. Eksempelsvis betyder en 98% beskyttelse ved brug af arbejdsbeklædning her, at denne opfanger 98% af eksposeringen som passerer forbi coverall. Arbejdsbeklædningens beskyttelsesevne skal kun forstås således i scenarierne "Fyldning og udsprøjtning").

Det fremgår af Tabel 4.4.1-1, at beskyttelsesevnen for coverall er bedre end anført i hypotesen. For arbejdsbeklædningen finder vi en bedre beskyttelsesevne end i hypotesen og endelig er resultatet for nitrilhandskerne i niveau med hypotesen.

I 14 ud af de 17 forsøg blev der, hvor intet kunne påvises i prøverne, substitueret med 0,5\*LOD for en eller flere prøvetyper ved den aktuelle

eksponering. Med denne procedure anvendes generelt en større værdi end der kan dokumenteres, hvilket er "worst case" resultater og vil medføre en lavere beskyttelsesevne. Det at sprøjtemandskabet i dagligdagen normalt skyller handskerne mellem påfyldning og udsprøjtning ville få en endnu større betydning i samme retning for resultatet. Men i dette projekt har vi valgt at denne praksis ikke var tilladt.

For én forsøgsperson ligger den aktuelle eksponering 33 gange højere end for den højeste af de øvrige. Da samme billede viser sig ved eksponeringen på de øvrige prøvetyper, er forsøget medtaget i databehandlingen.

Ligesom i handskeprojektet påviser vi pesticidrester i DIGR (Dislodgeable Inner Glove Residue). I 50% af handskerne finder vi en dosis over LOD. Da der ingen beskadigelser var af de svære nitrilhandsker, må pesticidet være kommet ind ved handskeåbningen eller være gennemtrængt handsken. Af Figur 3.2.1.3-1 fremgår det, at DIGR er omkring 10% af den samlede eksponering på beskyttelsehandskerne både på højre og venstre handske. Værdierne stammer også her stort set fra en enkelt person.

Fra Spanien (Castro Cano et al., 2000) beskrives forsøg fra udsprøjtning i væksthuse i rækker af tomater og grønne bønner. Der blev opsamlet ved "Whole body metod". Til estimering af kropseksponeringen bar forsøgspersonerne yderst en coverall af "Sontara". Til opsamling af den mængde der penetrerer gennem "Sontara" blev herunder båret en coverall (Tyvek). Deres opdeling af beklædning svarer nogenlunde til vor. Til opsamling af håndeksponering blev båret bomuldshandsker. Selvom resultaterne ikke helt kan sammenlignes, ses her resultater, der fordeler sig som i dette projekt. Højest eksponering var at finde på underkroppen og den samlede kropseksponering var meget højere end håndeksponeringen.

Som et forslag til bestemmelse af handskers effektivitet på arbejdspladser har J. Cherrie og hans medforfattere (Cherrie et al., 2004) gennemført forsøg med nitrilhandsker og det organiske opløsningsmiddel toluen. Ved at bestemme den mængde toluen, der optages gennem huden uden brug af handsker i forhold til den der optages ved brug af handsker, fås en "arbejdspladsbeskyttelsesfaktor" benævnt WPF.



## 4.4.2 Væksthuse

TABEL 4.4.2-1. HYPOTESER OG RESULTATER, FYLDNING OG UDSPRØJTNING I VÆKSTHUSE

	Beskyttelsesevne for coverall i kombination med arbejdsbeklædningen i %
Hypotese	Ingen
Projektresultat	99
	Beskyttelsesevnen for coverall i %
Hypotese	< 90 og > 70
Projektresultat	97
	*Beskyttelsesevnen for arbejdsbeklædningen i %
Hypotese	< 70 og > 50
Projektresultat	98
	Beskyttelsesevnen for nitril handsker i %
Hypotese	> 95
Projektresultat	94

(\*Procent beskyttelse for arbejdsbeklædningen er her kun gældende når arbejdsbeklædningen anvendes under en coverall. Eksempelsvis betyder en 98% beskyttelse ved brug af arbejdsbeklædning her, at denne opfanger 98% af eksponeringen som passerer forbi coverall. Arbejdsbeklædningens beskyttelsesevne skal kun forstås således i scenarierne "Fyldning og udsprøjtning").

Det fremgår af Tabel 4.4.2-1, at beskyttelsesevnen for coverall er bedre end anført i hypotesen. For arbejdsbeklædningen finder vi en bedre beskyttelsesevne end i hypotesen og endelig er resultatet for nitrilhandskerne i niveau med hypotesen. I øvrigt ligger resultaterne i niveau med resultaterne fra frugtavl.

I alle 13 forsøg substitueres der med 0,5\*LOD for én eller flere prøvetyper ved den aktuelle eksponering. Dette underestimerer beskyttelsen. DIGR er i 54% af handskerne fundet over detektionsgrænsen. Pesticidet er sandsynligvis kommet ind ved handskeåbningen, men gennemtrængning af handsken kan ikke udelukkes. Den forholdsvis høje værdi for DIGR i højre handske stammer fra én person. De øvrige værdier for denne person ligger ligeledes forholdsvis højt.

## 4.5 Beklædning ved re-entry

### 4.5.1 Frugtavl

TABEL 4.5.1-1. HYPOTESER OG RESULTATER, RE-ENTRY I FRUGTAVL

	Beskyttelsesevnen for arbejdsbeklædningen i %
Hypotese	> 90
Projektresultat	90
	Beskyttelsesevnen for letnitril handsker i %
Hypotese	> 97
Projektresultat	92

Af Tabel 4.5.1-1 fremgår det, at beskyttelsesevnen for arbejdsbeklædningen ikke afviger fra hypotesen. Beskyttelsesevnen for let nitrilhandskerne er i vort projekt 92%. Af Figur 3.3.1.1-2 ses den højeste eksponering på overkroppen, armene og "Ben for". Iagttages forsøgspersonen under sin arbejdsfunktion, kommer disse resultater ikke uventet. Ofte må forsøgspersonen på knæ eller på tå for at nå et æble, hvilket resulterede i ret høje eksponeringer på begge "Ben for" og overkroppen og arme.

I alle 32 forsøg substitueres der med 0,5\*LOD for en eller flere prøvetyper ved den aktuelle eksponering.

11% af de eksponerede let nitrilhandsker var gået i stykker under forsøget I modsætning til scenarierne med fyldning og udsprøjtning finder vi ikke doser større end LOD ved DIGR.

#### 4.5.2 Væksthuse

TABEL 4.5.2-1. HYPOTESER OG RESULTATER. RE-ENTRY I VÆKSTHUSE

Beskyttelsesevnen for arbejdsbeklædningen i %	
Hypotese	> 90
Projektresultat	75
Beskyttelsesevnen for letnitril handsker i %	
Hypotese	> 97
Projektresultat	95

Af Tabel 4.5.2-1 fremgår det, at beskyttelsesevnen for arbejdsbeklædningen er meget lavere end hypotesen. Vi har undervurderet armbelastningen ved re-entryarbejdet i væksthuse. Arbejdsbeklædning ved re-entry er T-shirt grundet det ofte varme klima i væksthuset. Beskyttelsesevnen for let nitrilhandskerne er 95% og i niveau med hypotesen .

Af figur 3.3.2.1-2 fremgår det at fordelingen på arbejdsbeklædningen her er helt forskellig fra de resultater vi fandt i frugtavl. Her modtager "Torso for" 56% af den samlede potentielle eksponering, medens 20% af den potentielle eksponering blev målt på "Torso bag" .Under samtlige arbejdsfunktioner i væksthuse med pryddplanter, befinder forsøgspersonerne sig ofte imellem de flytbare borde, hvilket kan forklare eksponeringen på "Torso bag" .

I alle 29 forsøg substitueres der med 0,5\*LOD for en eller flere prøvetyper ved den aktuelle eksponering.

27% af de eksponerede let nitrilhandsker var gået i stykker under forsøgene. I modsætning til scenariet i frugtavl findes her målbart DIGR i 10% af alle enkelthandskerne.

# 5 Konklusioner

## 5.1 Generelle bemærkninger

I det følgende angives MVUE som punkttestimat for det sande gennemsnit ved logaritmisk normalfordelinger, aritmetisk gennemsnit for normale fordelinger, samt 95% grænserne for disse gennemsnit ved LCL (nedre grænse) samt UCL (øvre grænse), se uddybning afsnit 2.7

Det skal erindres ved gennemgang af dette kapitel, at hypoteserne hovedsagelig er opstillede som mål der var bedre end især EUROPOEM's værdier. Herudover at bekræfte eller afkræfte tidligere danske resultater på området. EUROPOEM er ment som en default database, hvis anvendelse finder sted som et udgangspunkt i risikovurderingens første trin. Dette understreges i forordet til EUROPOEM II:

***"The calculated potential dermal exposure data using these values may be used in the first tier of the risk assessment. In the higher tiers more and more experimental information is required as (som eksempel, ed.) presented in the table and the graph on pages 15 and 16, respectively".***

Dette gælder for både EUROPOEM og EUROPOEM II.

En afvigelse fra hypoteserne ser forfatterne derfor ikke som en belastning af de opnåede resultater, snarere data til mere specifik anvendelse, for eksempel under danske forhold.

***Dette er årsagen til at de opnåede resultater ikke vil blive genstand for en særlig analyse i forhold til de opstillede hypoteser, men blot en simpel konstatering af resultaternes placering i forhold til de generiske databaser EUROPOEM og EUROPOEM II.***

Resultater under detektionsgrænsen er erstattet med  $0,5 \cdot \text{LOD}$ . Dette vil tendere til at angive beskyttelsesevnen imod "worst case".

Tillige har skylning af handsker i fyldning- og udsprøjtningsscenerne ikke været tilladt. Dette forhold tenderer ligeledes til at øge den potentielle eksponering mod "worst case". Denne rutine med at skylle handskerne mellem fyldning og udsprøjtning anbefaler vi selvfølgelig at man fortsætter med i frugtavl og væksthuse.

Endelig skal det her fremhæves at de personlige værnemidlers beskyttelsesevne har varieret voldsomt imellem forsøgspersoner i forsøgene. Det fremgår med tydelighed af fordelingen i fraktiler i tabellerne i kapitel 3. Som beskrevet ovenfor i dette afsnit er det valgt at følge den internationale praksis på området, nemlig at angive en midtpunktsværdi for datasættene. Dette betyder at nogle forsøgspersoner har oplevet en ringere beskyttelsesevne af det personlige værnemiddel end andre forsøgspersoner. Rationalet bag midtpunktsværdien er at forsøgspersonen som har oplevet en ringe beskyttelsesevne den ene dag, vil opleve en bedre den næste dag, da det er

forudsat at forsøgspersonernes adfærd i gennemsnit er ens over en længere arbejdsperiode. Dette kan der stilles spørgsmålstegn ved.

Det kunne forholde sig således at der var forsøgspersoner som af forskellige årsager, altid oplevede at beskyttelsesevnen af deres personlige værnemiddel var ringere end midtpunktsværdien af for eksempel hele gartneriet! Årsagen kunne eks. være dårlige vaner med anvendelse af handsker, arbejdsprocedurer som der ikke var taget højde for ved forsøgenes udførelse ol.

Det er således et "politisk" spørgsmål om midtpunktsværdien, eller en anden beskyttelsesevne skal vælges. Denne rapport giver mulighed for at vælge andet end midtpunktsværdien, da der i alle datasæt er angivet et rigt udvalg af fraktiler som kan danne grundlag for andre konklusioner end de af forfatterne valgte.

Endelig giver de udarbejdede databaser mulighed for en anden detaljeret behandling af datasættene.

## 5.2 Modeller for fyldning og udsprøjtning

### 5.2.1 Frugtavl

Den potentielle eksponering for scenariet fyldning og udsprøjtning i frugtavl:

#### Kropseksponering

MVUE = 25,1 mg/kg aktivt stof, afrundet til 25 mg/kg aktivt stof.

LCL = 11,7 og UCL = 212,9 mg/kg aktivt stof.

Hypotese: < 30 mg/kg aktivt stof

#### Håndeksponering

MVUE = 5,1 mg/kg aktivt stof, afrundet til 5 mg/kg aktivt stof.

LCL = 2,7 og UCL = 25,2 mg/kg aktivt stof.

Hypotese: < 30 mg/kg aktivt stof

Hypoteserne er opfyldt for dette scenarium.

Da EUROPOEM ikke indeholder data fra frugtavlen, sammenlignes med resultater fra fyldning og udsprøjtning i landbruget, hvor værdierne for kroppen er 3 mg/kg aktivt stof og for hænderne 21 mg/kg aktivt stof. Tyske undersøgelser (Lundehn 1992) finder dog en håndeksponering på 2,4 mg/kg aktivt stof (afsnit 4.2.1).

Danske undersøgelser (Kirknel E. & Sjelborg P. 2003) i landbrug for håndeksponering ved fyldning af tank blev målt til 5 mg/kg aktivt stof.

### 5.2.2 Væksthuse

Den potentielle eksponering for scenariet fyldning og udsprøjtning i væksthuse:

#### Kropseksponering

MVUE = 69,6 mg/kg aktivt stof, afrundet til 70 mg/kg aktivt stof

LCL = 40,9 og UCL = 229,2 mg/kg aktivt stof

Hypotese: < 1.000 mg/kg aktivt stof

#### Håndeksponering

MVUE = 15,2 mg/kg aktivt stof, afrundet til 15 mg/kg aktivt stof

LCL = 9,6 og UCL = 38,1 mg/kg aktivt stof

Hypotese: 25 mg/kg aktivt stof

Hypoteserne er opfyldt, og støtter tidligere danske undersøgelser for håndeksponering.

EUROPOEM's data for kropseksponering er 974 mg/kg aktivt stof, og 508 mg/kg aktivt stof for håndeksponering (afsnit 4.2.2). Tidligere danske undersøgelser (Kirknel & Sjelborg, 2003) viste en håndeksponering på 25 mg/kg aktivt stof, hvorfor vi satte denne værdi som hypotese. Den store forskel på EUROPOEM's værdier og de danske, understreger EUROPOEM som en default database med konservative værdier.

En del af forklaringen er måske også, at vor metode opsamler eksponering på hænderne, efter at en eventuel eksponering er sket. Ved afvaskningsmetoden, stopper man op og vasker forsøgspersonens hænder af flere gange under forsøget.

### 5.3 Modeller for re-entry

#### 5.3.1 Frugtavl

Transferkoefficient for kroppen

Aritmetisk gennemsnit = 7.057 cm<sup>2</sup>/t, afrundet til 7.000 cm<sup>2</sup>/t

LCL = 5.680 og UCL = 8.435 cm<sup>2</sup>/t

Hypotese: < 12.000 cm<sup>2</sup>/t.

Transferkoefficient for hænderne

MVUE = 1.571,91 cm<sup>2</sup>/t, afrundet til 1.575 cm<sup>2</sup>/t

LCL = 1.305 og UCL = 2.227 cm<sup>2</sup>/t

Hypotese: < 12.000 cm<sup>2</sup>/t.

Hypoteserne er opfyldt.

EUROPOEM II angiver i sin endelige rapport (hypoteserne taget fra en draft report 8 mdr. før endelig rapport forelå) en "indicativ" transferkoefficient (værdi som er baseret på få, usikre data) for hænder på 4.500 cm<sup>2</sup>/t for frugttræer, samt en mere usikker værdi for kropseksponering på 20.000 cm<sup>2</sup>/t. Transferkoefficienterne i nærværende rapport for hænder og krop på henholdsvis 1.575 og 7.000 cm<sup>2</sup>/t, er ca. en tredjedel af værdierne i EUROPOEM II. (afsnit 4.3.1 for uddybende forklaring)

#### 5.3.2 Væksthuse

Transferkoefficient for kroppen

MVUE = 414,4 cm<sup>2</sup>/t, afrundet til 415 cm<sup>2</sup>/t

LCL = 274,6 og UCL = 849,3 cm<sup>2</sup>/t

Hypotese: < 2.500 cm<sup>2</sup>/t.

Transferkoefficient for hænderne

MVUE = 270,2 cm<sup>2</sup>/t, afrundet til 270 cm<sup>2</sup>/t

LCL = 173,6 og UCL = 600,3 cm<sup>2</sup>/t

Hypotese: < 5.000 cm<sup>2</sup>/t.

Hypoteserne er opfyldt

Da EUROPOEM II også her kun har meget få gode datasæt, har EUROPOEM's arbejdsgruppe foreslået at anvende en transferkoefficient for hænderne for prydplanter på 5.000 cm<sup>2</sup>/t.

EUROPOEM's transferkoefficienter er gældende for "Ornamentals" som oftest omfatter høst af roser, nelliker og lignende kulturer. De danske undersøgelser er foretaget i kulturer som generelt er langt mindre af volumen, se tabellerne 3.3.2.4-2 og -3, se desuden uddybning i afsnit 4.3.2.

Danske undersøgelser i væksthuse (Kirknel & Sjelborg, 2003) resulterede i transferkoefficienter for hænderne fra 19 – 6.606 cm<sup>2</sup>/t og med en 75% fraktil på 1.003 cm<sup>2</sup>/t, samt en MVUE på 924 cm<sup>2</sup>/t. Vores opfattelse af de nye danske resultater er at de støttes af de "gamle danske" undersøgelser. En variation af dette omfang imellem forskellige væksthuse/kulturer er inden for det acceptable, dvs. hører med til den samme fordeling.

#### 5.4 Beklædning ved fyldning og udsprøjtning

##### 5.4.1 Frugtavl

Beskyttelsesevnen for coverall i kombination med arbejdsbeklædningen

MVUE = 97,82%, afrundet til 98%

LCL = 86,24% og UCL = 98,92%

Hypotese: Ingen

Beskyttelsesevnen for coverall

MVUE = 94,66%, afrundet til 95%

LCL = 80,31% og UCL = 97,00%

Hypotese: > 90%

\*Beskyttelsesevnen for arbejdsbeklædning er 96,84% afrundet til 97%

Hypotese: <70% > 50%

Beskyttelsesevnen for nitrilhandskerne

MVUE = 93,09%, afrundet til 93%

LCL = 81,24% og UCL = 95,77%

Hypotese: > 95%

\*Procent beskyttelse for arbejdsbeklædningen er her kun gældende når arbejdsbeklædningen anvendes under en coverall. Eksempelsvis betyder en 98% beskyttelse ved brug af arbejdsbeklædning her, at denne opfanger 98% af eksponeringen som passerer forbi coverall. Arbejdsbeklædningens beskyttelsesevne skal kun forstås således i scenarierne "Fyldning og udsprøjtning".

Hypoteserne er opfyldt.

Beskyttelsesevnen for coverall er bedre end anført i hypotesen. For arbejdsbeklædningen finder vi en bedre beskyttelsesevne end i hypotesen og endelig er resultatet for nitrilhandskerne i niveau med hypotesen. Tidligere danske undersøgelser (Kirknel & Sjelborg, 2003), resulterede i en beskyttelsesevne for nitrilhandsker på 92-97% (afhængig af dosis) for denne arbejdsproces.

Der kunne ikke findes data i litteraturen som belyste beskyttelsesevnen for arbejdsbeklædning som blev båret under coverall. Hypotesen 50-70% beroede på et skøn ud fra materialeopbygning i en arbejdsbeklædning. Beskyttelsesevnen for arbejdsbeklædning er beregnet som differens imellem coverall kombineret med arbejdstøj og en coverall.

#### 5.4.2 Væksthuse

Beskyttelsesevnen for coverall i kombination med arbejdsbeklædningen  
MVUE = 98,90%, afrundet til 99%  
LCL = 96,15% og UCL = 99,36%  
Hypotese: Ingen

Beskyttelsesevnen for beskyttelsesbeklædningen (coverall)  
\*MVUE = 97,20%, afrundet til 97%  
LCL = 94,03% og UCL = 98,13%  
Hypotese: < 90% > 70%

\*Datasættet er nonparametrisk fordelt, se venligst bemærkninger i afsnit 2.7

\*\*Beskyttelsesevnen for arbejdsbeklædning er 98,30% afrundet til 98%  
Hypotese: <70% > 50%

Beskyttelsesevnen for nitrilhandskerne  
Aritmetisk gennemsnit = 93,74%, afrundet til 94%  
LCL = 91,21% og UCL = 96,27%  
Hypotese: > 95%

\*\*Procent beskyttelse for arbejdsbeklædningen er her kun gældende når arbejdsbeklædningen anvendes under en coverall. Eksempelsvis betyder en 98% beskyttelse ved brug af arbejdsbeklædning her, at denne opfanger 98% af eksponeringen som passerer forbi coverall. Arbejdsbeklædningens beskyttelsesevne skal kun forstås således i scenarierne "fyldning og udsprøjtning".

Hypoteserne er opfyldt

Beskyttelsesevnen for coverall er bedre end anført i hypotesen. For arbejdsbeklædningen finder vi en bedre beskyttelsesevne end i hypotesen og endelig er resultatet for nitrilhandskerne i niveau med hypotesen. I øvrigt ligger resultaterne i niveau med resultaterne fra frugtavl. Bemærkninger vedrørende arbejdsbeklædningen frugtavl, fyldning og udsprøjtning, gælder også her

Tidligere danske undersøgelser (Kirknel & Sjelborg, 2003) resulterede i en beskyttelsesevne for nitrilhandsker på 92-97% (afhængig af dosis) for denne arbejdsproces.

## 5.5 Beklædning ved re-entry

### 5.5.1 Frugtavl

\*Beskyttelsesevnen for arbejdsbeklædningen

MVUE = 90,08%, afrundet til 90%

LCL = 88,29% og UCL = 91,35%

Hypotese: > 90%

Beskyttelsesevnen for let nitrilhandskerne

MVUE = 92,44%, afrundet til 92%

LCL = 89,48% og UCL = 94,03%

Hypotese: > 97%

Hypoteserne næsten opfyldt

\*I re-entry scenarierne er arbejdsbeklædningen (skjorte med lange ærmer) det eneste værnemiddel til at beskytte overkroppen, og skal forstås som sådan.

Beskyttelsesevnen for arbejdsbeklædningen afviger ikke fra hypotesen.

Tidligere danske undersøgelser (Kirknel & Sjelborg, 2003), resulterede i en beskyttelsesevne for let nitrilhandsker på 97% for re-entry i væksthuse..

### 5.5.2 Væksthuse

\*Beskyttelsesevnen for arbejdsbeklædningen

MVUE = 75,02%, afrundet til 75%

LCL = 69,54% og UCL = 80,50%

Hypotese: > 90%

Beskyttelsesevnen for let nitrilhandskerne

MVUE = 95,19%, afrundet 95%

LCL = 91,85% og UCL = 96,55%

Hypotese: > 97%

Hypotesen næsten opfyldt for nitrilhandskerne, men ikke for arbejdsbeklædningen

\*I re-entry scenarierne er arbejdsbeklædningen (T-shirt) det eneste værnemiddel til at beskytte overkroppen, og skal forstås som sådan.

Beskyttelsesevnen for arbejdsbeklædningen afviger meget fra hypotesen. Vi har undervurderet betydningen af lange ærmer ved re-entry, selv om mange af de pågældende kulturer har været småkulturer som umiddelbart ikke når langt op ad armene. Men, tilstrækkeligt til at nå højere end handskerne.

Det praktiske problem er at der ofte er meget varmt i væksthuse og man foretrækker en let og luftig beklædning

Tidligere danske undersøgelser (Kirknel & Sjelborg, 2003) resulterede i en beskyttelsesevne for let nitrilhandsker på 97% for re-entry i væksthuse..



# 6 Perspektivering

## 6.1 Administrativ

Formålet med gennemførelsen af dette projekt var at give Miljøstyrelsen en bedre mulighed for at vurdere eksponeringen af danske frugtavl- og væksthusearbejdere under deres arbejde med pesticider.

En vigtig europæisk reference på eksponering af arbejde med pesticider, er EUROPOEM I og II. Disse eksponeringsdata er tænkt anvendt i første trin af risikovurderingen af pesticidanvendelse i jordbrugene. Disse fortrinsvis konservative estimater, kan suppleres med nyere og mere specifikke eksponeringsdata hvis påkrævet for registrering af pesticidet.

Med de foreliggende danske resultater, mener vi at Miljøstyrelsen har fået supplerende data til brug ved den fremtidige godkendelse af pesticider i Danmark. Alle projektresultaterne er fremkommet ud fra studier foretaget så praksisnært som muligt, med de ansatte i danske frugtplantager og danske væksthuse som forsøgspersoner.

Udover at bekræfte de tidligere resultater for handskebeskyttelse, er der således også fremskaffet data for beklædning til resten af kroppen.

Nye eksponeringsmodeller synes at bekræfte tidligere resultater fra danske undersøgelser.

Udover brugen til danske forhold, kan resultaterne indgå i de forskellige udenlandske databaser som udvikles for fælles europæiske forhold, samt anvendes under dyrkningsforhold som er sammenlignelige med de danske.

I den foreliggende undersøgelse er der truffet et valg ved præsentation af forsøgsdata, nemlig gennemsnitsværdier, MVUE for logaritmisk normalfordelinger og aritmetisk gennemsnit for normale fordelinger. Da alle nøgledata i rapporterne er forsynet med præsentation af data også som fraktiler, kan man i risikovurderingen vælge et højere eller lavere sikkerhedsniveau end det som er foretaget i rapporterne. Yderligere er rapporterne ledsaget af 5 Excel-databaser som giver mulighed for subsetting af data.

Resultaterne viser, at danske frugtavl- og væksthusearbejdere er godt beskyttet under pesticidarbejdet, under forudsætning af, at de bærer den relevante beskyttelsesbeklædning.

Vi vil anbefale at der i risikovurderingen tages hensyn til at der både ved fyldning-udsprøjtning samt ved re-entry, anvendes almindelig arbejdsbeklædning som måske i nogle tilfælde ikke bliver betragtet af arbejdere og arbejdsgiver som kontaminerede. Risikoen synes umiddelbart at være størst ved re-entry (grundet den lavere beskyttelsesevne for normal arbejdsbeklædning), men her er den potentielle eksponering langt mindre end ved fyldning og udsprøjtning. Anvendes den almindelige arbejdsbeklædning

udover disse arbejdssituationer, kan påregnes en større eksponering end beskyttelsesevnen af dette "værnemiddel" giver udtryk for. Som endelig konklusion skal her anbefales at almindelig arbejdsbeklædning betragtes som et værnemiddel.

Det nye udkast til en ISO standard om beskyttelsesbeklædning for pesticidarbejdere i havebrugs- og landbrugskulturer tyder på en generel interesse for området beskyttelsesbeklædning. Udkastet er i øjeblikket til høring i de respektive arbejdsgrupper (ISO, 2006).

Standarden gælder kun for beklædning (ikke handsker, masker o.s.v.) til arbejdsfunktionen udsprøjtning af væskeformede pesticider. Heri sættes krav til fremstilling, udvælgelse, brug og vedligeholdelse (Selection, Use, Care and Maintenance (SUCaM)). Standarden angiver de faktorer, der er af betydning indenfor hver gruppe.

Under potentiel eksponering gøres opmærksom på, at eksponeringen kan variere meget, blandt andet som følge af variationer i:

- Kulturen,
- sprøjteapparatet,
- sprøjteteknikken,
- sprøjtevolumet,
- koncentrationen,
- arbejdsarealet,
- varigheden af arbejdet samt
- mængden af det aktive stof.

I dag fremstilles beklædning af mange forskellige materialer. Derfor er gennemtrængeligheden i materialet en faktor, der skal karakteriseres efter en ISO standard. Beklædningen skal være behagelig at bære. Under arbejde i varme anbefales en 2-delt dragt i modsætning til en coverall. Forfatterne stiller sig skeptisk overfor at udskifte coverall med en to-delt beklædning.

Brug af elastikbånd om håndled eller ankler anbefales ikke i udkastet til standarden. Tøjets brudstyrke skal måles, og informationer om tøjet skal være mærket på det pågældende lands sprog. Blandt andet skal det oplyses, hvor mange gange tøjet kan anvendes og endelig anbefales, man at tøjet vaskes og opbevares for sig. Efter en vask bør vaskemaskinen vaske en gang kun med vaskepulver før brug til andet tøj. Hvis det forlanges skal producenten kunne fremvise en rapport med dokumentation for alle disse test med datoangivelse samt resultater.

## 6.2 Forskningsmæssig

Med de foreliggende danske rapporter føler forfatterne at der i store træk er fremskaffet modelværktøj til risikovurdering af pesticidanvendelse i dansk jordbrug.

Man kunne pege på et område som ikke har været tilstrækkeligt belyst, nemlig åndedrætseksponering under væksthushold ved udsprøjtning og re-entry. Disse undersøgelser er rimeligt resourcekrævende, i og med at der skal udføres specifikke forsøg for hvert enkelt pesticid ved forskellige udsprøjtningsscenarier samt ved forskellige temperaturer.

Pesticiders gennemtrængelighed af de enkelte værnemidler er en opgave som er lagt på producenten af værnemidler. Denne opgave synes ikke at være løst tilfredsstillende. På brugerniveau er der ikke tilstrækkelig specifik information om de enkelte pesticiders indtrængning i beskyttelsesmaterialet.

Endelig er der en opgave i at formidle al tilgængelig viden om personlige værnemidler ud til brugergrupperne som er arbejdsgivere samt arbejdere i væksthuse og frugtplantager.



# Litteratur

Andersen HR & Nielsen JB. 2001. Udsættelse for bekæmpelsesmidler blandt gartneriansatte kvinder. Rapport fra Arbejdsmiljørådets Service Center. ISBN 87-90879-41-4.

Attfield MD & Hewett P. 1992. Extract expressions for the bias and variance of estimators of the mean and lognormal distribution. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 53: pp 432-435.

Bichelrapporten, 1999. Rapport fra underudvalget for Miljø og Sundhed.

Brouwer DH, Brouwer R, De Mik G, Maas CL & Van Hemmen JJ. 1992a Pesticides in the Cultivation of Carnations in Greenhouses: Part I - Exposure and Concomitant Health Risk. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 53(9): pp 575-581.

Brouwer DH, De Vreede JAF, Ravensberg JC, Engel R & Van Hemmen JJ. 1992b. Dissipation of Aerosols from Greenhouse Air after Application of Pesticides using a low-volume Technique. Implications for safe re-entry. *Chemosphere* 24(9): pp 1157-1169. And Chapter 5 in: *Assessment of Occupational Exposure to Pesticides in Dutch bulb culture and Glasshouse Horticulture 2002*. Pergamon Press Ltd ISBN 90-393-2971-0.

Brouwer R, Brouwer DH, Tijssen SCHA & van Hemmen JJ. 1992a. Pesticides in the Cultivation of Carnations in Greenhouses: Part II - Relationship between Foliar Residues and Exposures. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 53(9): pp 582-587.

Brouwer R, Marquart H, De Mik G & Van Hemmen JJ. 1992b. Risk Assessment of Dermal Exposure of Greenhouse Workers to Pesticides after Re-entry. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 23: pp 273-280.

Brouwer R, van Maarleveld K, Ravensberg L, Meuling W, de Kort W & van Hemmen JJ. 1993. Skin Contamination, Airborne Concentrations and Urinary Metabolite Excretion of Propoxur During Harvesting of Flowers in Greenhouses. *American Journal of Industrial Medicine* 24: pp 593-603.

Cherrie JW, Sempel S & Brouwer D. 2004. Gloves and Dermal Exposure to Chemicals: Proposals for Evaluating Workplace Effectiveness. *Ann. occup. Hyg.* 48(7): pp 607-615.

Castro Cano ML, Martinez Vidal JL, Egea Gonzalez FJ, Martinez Galera M & Cruz Marquez M. 2000. Gas Chromatographic Method and Whole Body Dosimetry for Assessing Dermal Exposure of Greenhouse Applicators to chlor-pyrifos-methyl and fenitrothion. *Analytica Chimica Acta* 423: pp 127-136.

Delgado P, Nocete F, Viguera J & Glass R. 2002. Potential Dermal Exposure to Pesticides in Olive Trees and Carnation Greenhouses using Patch and Whole Body Methods. Paper XVI World Congress on Safety and Health at Work, Viena, Austria.

Dong MH, Saiz SG, Mehler LN & Ross JH. 1991. Determination of Crop Specific Parameters Used in Foliar Mass to Area Conversion: I. For Selected Varieties of Grapes. *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology* volume 46: pp 542-549.

ECB 1996. Technical guidance documents, in support of the Commission Directive 93/67/EEC on risk assessment for new notified substances and Commission Regulation (EC) 1488(94) on risk assessment for existing substances. Ispra. Italy

EU, 2000. Quality Control Procedures for Pesticide Residues Analysis. Guidelines for Residues Monitoring in the European Union. Document no SANCO/3103/2000. pp 1-28

EU, 2004. Quality Control Procedures for Pesticide Residues Analysis. Document no SANCO/10476/2003. 5/February/2004 . pp 1-30

EUROPOEM's hjemmeside: <http://europoem.csl.gov.uk> 060623

EUROPOEM 1996 The development, Maintenance and dissemination of a European Predictive Operator Exposure Model (EUROPOEM) Database, Final report, AIR3 CT93-1370, BIBRA, International, Carlshalton, UK

Frenich AG, Aguilera PA, Egea Gonzalez F, Castro Cano ML, Martinez Galera M, Martinez Vidal JL & Soler M. 2002. Dermal Exposure to Pesticides in Greenhouses Workers: Discrimination and Selection of Variables for the Design of Monitoring Program. *Environmental Monitoring and Assessment* 80: pp 51-63.

Goede HA, Tijssen SCHA, Schipper HJ, Warren N, Oppl R, Kalberlah F & van Hemmen JJ. 2003. Classification of Dermal Exposure Modifiers and Assignment of Values for a Risk Assessment Toolkit. *Ann. occup. Hyg.* 47(8): pp 609-618.

Goedicke H-J. 1987. Rückstände von Pflanzenschutzmitteln auf Pflanzenoberflächen als Quelle für Intoxikationen und Möglichkeiten der Expositionsnormierung. *Z. gesamte Hyg.* 33(heft7): pp 339-342.

Goedicke H-J. 1988a. Zum Rückstandverhalten von Pflanzenschutzmitteln auf Pflanzenoberflächen. *Z. gesamte Hyg.* 34(heft5): pp 279-282.

Goedicke H-J. 1988b. Zum Rückstandsverhalten von Pirimiphos-methyl auf Tomaten, Blatt- und Bodenoberflächen im Gewächshaus. *Die Nahrung* 32(5): pp 475-480.

Goedicke H-J. 1989. Exposition durch Rückstände auf Blattoberflächen nach Anwendung von phosphororganischen Insektiziden im intensiven Apfelanbau. *Z. gesamte Hyg.* 35(heft9): pp 533-535.

Goedicke H-J, Hermes H & Wagner R. 1989. Exposition durch Rückstände auf Pflanzenoberflächen nach Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Gewächshaus *Z. gesamte Hyg.* 35(Heft9): pp 531-533.

Gunther FA, Iwata Y, Carman GE & Smith C.A. 1977. The citrus reentry problem: Research on its causes and effects, and approaches to its minimization. *Residue Reviews* volume 67: pp 1-139.

ISO, 2006. ISO/WD 27065 TC 94/SC 13/WG3 (Working draft) Protective clothing Performance requirements for work and protective clothing for horticultural and agricultural pesticide workers. modtaget fra Jesper Lund-Jensen, 3F i juni 2006.

Iwata Y, Knaak JB, Spear RC & Foster RJ. 1977. Worker Reentry into Pesticide Treated Crops. I. Procedure for the Determination of Dislodgable Pesticide Residues on Foliage. *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology* volume 18(6): pp 649-655.

Jauhiainen A, Kangas J, Laitinen S & Savolainen K. 1992. Biological Monitoring of Workers Exposed to Mevinphos in Greenhouses. *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology* volume 49: pp 37-43.

JMP, 1986 Joint Medical Panel of Scientific Subcommittee on Pesticides of the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food and the Toxicology Committee of the British Agrochemical Association . Estimation of exposure and absorption of pesticides by spray operators, SC 8001, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Harpenden, Herts, UK.

Kangas J, Laitinen S, Jauhiainen A & Savolainen K. 1993. Exposure of Sprayers and Plant Handlers to Mevinphos in Finnish Greenhouses. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 54: pp 150-157.

Kangas J & Sihvonen S. 1996. Comparison of Predictive Models for Pesticide Operator Exposure. *TemaNord* 1996:560. Nordic Council of Ministers.

Kenny LC & Stancliffe JD. 1997. Characterisation of porous foam size selectors for the conical inhalable sampler. HSE report IR/L/A/97/19. Health and Safety Laboratory, UK.

Kenny LC, Aitken R, Chalmers C, Fabriès JF, Gonzalez-Fernandez E, Kromhout H, Lidèn G, Mark D, Riediger G & Prodi V. 1997. A Collaborative European Study of Personal Inhalable Aerosol Sampler Performance. *Am. Occup. Hyg.* Volume 41(2): pp 135-153.

Kirknel E, Nøhr Rasmussen A & Emde G. 1997. Pesticide Re-entry Exposure of workers in Greenhouses. Report from The Danish EPA, Pesticides Research no.31 pp 1-185 ISBN87-7810-822-5.

Kirknel E & Sjelborg P. 2003. Handskers beskyttelsesevne ved arbejde med pesticider i jordbrugene, samt modeller for håndeksponering. Bekæmpelsesmiddelforskning fra Miljøstyrelsen nr. 73 pp 1-98 ISBN 87-7972-911-8.

Kirsten Jensen Udvalget, 2001. Eksponering af pesticider og helbredseffekter for beskæftigede i gartneri og frugtavl.

Krieger R, Blewett C, Edmiston S, Fong H, Gibbons D, Meinders D, O'Connell L, Ross J, Schneider F, Spencer J & Thongsinthusak T. 1990. Gauging Pesticide Exposure of Handlers (mixer/loader/applicators) and Harvesters in California Agriculture. *Med. Lav.* 81(6): pp 474-479.

Krieger RI, Ross JH & Thongsinthusak T. 1992. Assessing Human Exposure to Pesticides. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. Volume 128: pp 1-15.

Kromhout H & Vermeulen R. 2001. Temporal, Personal and Spatial Variability in Dermal Exposure. *Ann. occup. Hyg.* 45 (4): pp 257-273.

Kromhout H, Fransman W, Vermeulen R, Roff M & van Hemmen JJ. 2004. Variability of Task based Dermal Exposure Measurements from a Variety of Workplaces. *Ann. occup. Hyg.* 48(3): pp 187-196.

Land C E, 1972. An Evaluation of Approximate Confidence Interval Estimation Methods for Lognormal Means. *Technometrics*, 14(1): pp 145-158.

Liesivuori J, Liukkonen S & Pirhonen P. 1988. Reentry intervals after pesticide application in greenhouses. *Scand. J. Work Environment Health* 14, Suppl. 1: pp 35-36.

Lindquist RK, Krueger HR & Powell CC. 1987. Airborne and Surface Residues of Permethrin after high- and low volume Applications in Greenhouses. *J. Environ. Sci. Health B22(1)*: pp 15-27.

Lundehn J-R, Westphal D, Kieczka D, Krebs B, Löcher-Bolz S, Maasfeld W & Pick ED. 1992. Einheitliche Grundsätze zur Sicherung des Gesundheitsschutzes für den Anwender von Pflanzenschutzmitteln, Mitteilungen aus der Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 277, Berlin, Germany.

Löbel H & Schunk W. 1982. Zur Exposition und Gesundheitsgefährdung der Werk tätigen in Gewächshäusern durch Rückstände cholinesterasehemmender Pflanzenschutzmittel. *Zeitschrift für die gesamte Hygiene* 28: pp 697-700.

Maddy KT, Edmiston S & Richmond D. 1990. Illness, Injuries, and Deaths from Pesticide Exposures in California 1949-1988. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* volume 114: pp 57-123.

Marquart J. 2005. The RISKODERM potential dermal exposure model teste practice. Abstract for poster 21. *Occupational and Environmental Exposure of Skin to Chemicals 2005*, Stokholm.

Marquart J, Brouwer DH, Gijsbers JHJ, Links IHM, Warren N & van Hemmen JJ. 2003. Determinants of Dermal Exposure Relevant for Exposure Modelling in Regulatory Risk Assessment. *Ann. Occup. Hyg.* 47(8): pp 599-607.

Marquart H, Warren ND, Laitinen J & van Hemmen J. 2006. Default Values for Assessment of Potential Dermal Exposure of the Hands to Industrial Chemicals in the Scope of Regulatory Risk Assessments. *Ann. Occup. Hyg.* 50(5): pp 469-489.

Morse DL, Baker EL & Landrigan PJ. 1979. Cut flowers: A Potential Pesticide Hazard. *American Journal of Public Health* volume 69(1): pp 53-56.



- Nigg HN. 1980. Prediction of agricultural worker safety reentry times for organo- phosphate insecticides. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 41: pp 340-345.
- Nigg HN, Stamper JH & Queen RM. 1984. The Development and Use of a Universal Model to Predict Tree Crop Harvester Pesticide Exposure. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 45: pp 182-186.
- Nilsson U, Nybrant T, Papantoni M & Mathiasson L. 1996a. Longterm studies of fungicide concentrations in greenhouses. 2. Fungicide concentrations in air and on leaves after different exposure times and in different climate conditions. *J. Agric. Food Chem.* 44(9): pp 2878-2884.
- Nilsson U & Papantoni M. 1996b. Long-term Studies of Fungicide Concentrations in Greenhouses. 3. Exposure Risks after Spraying in Greenhouses. *J. Agric. Food Chem.* 44(9): pp 2885-2888.
- OCDE/GD (97)148. 1997. Guidance Document for the Conduct of Studies of Occupational Exposure to Pesticides During Agricultural Application. Series on Testing and Assessment No. 9. OECD, Paris.
- Oppl R, Kalberlah F, Evans PG & van Hemmen JJ. 2003. A Toolkit for Dermal Risk Assessment and Management: An Overview. *Ann. occup. Hyg.* 47(8): pp 629-640.
- Papantoni M, Mathiasson L & Nilsson U. 1995. Long Term Studies of Fungicide Concentrations in Greenhouses. 1. Technique for Determining Surficial Foliar Residues of Fungicides with Vinclozolin and Triadimefon as Model Compounds. *J. Agric. Food Chem.* 43: pp 157-164.
- Popendorf WJ & Leffingwell JT. 1982. Regulating OP Pesticide for farm-worker protection. *Residue Reviews* volume 82: pp 125-201.
- Rajan-Sithamparanadarajah R, Roff M, Delgado P, Eriksson K, Fransman W, Gijbsbers JHJ, Hughson G, Makinen M & van Hemmen JJ. Patterns of Dermal Exposure to Hazardous Substances in European Union Workplaces. *Ann. occup. Hyg.* 48(3): pp 285-297.
- Schneider T, Vermeulen R, Brouwer DH, Cherrie JW, Kromhout H & Fogh CL. 1999. Conceptual model for assessment of dermal exposure. *Occup. Environ. Med.* 56: pp 765-773.
- Schumacher-Wolz U, Kalberlah F, Oppl R & van Hemmen JJ. 2003. A Toolkit for Dermal Risk Assessment: Toxicological Approach for Hazard Characterization. *Ann. occup. Hyg.* 47(8): pp 641-652.
- Timme G, Frese H & Laska V. 1986. Zur statistischen Interpretation und graphischen Darstellung des Abbauverhaltens von Pflanzenbehandlungsmittel Rückständen II, *Pflanzenschutz Nachrichten Bayer* 39: pp 188-204.
- UK POEM 1992. Predictive Operator Exposure Model (POEM) 1992. A Users Guide. Pesticide Safety Directorate UK.
- U.S. EPA, 1987. Methods for assessing exposure to chemical substances. Volume 7. Methods for assessing consumer exposure to chemical substances. EPA/560/5-85-007, Washington, DC US EPA.

U.S. EPA 2000. Assigning Values to non-detected/non-quantified Pesticide Residues in Human Health Food Exposure Assessments. Office of Pesticide Program.

Van Hemmen JJ. 1992 a. Agricultural Pesticide Exposure Data Bases for Risk Assessment. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, volume 126: pp 1-84.

Van Hemmen JJ. 1992b. Estimating Worker Exposure for Pesticide Registration. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, volume 128: pp 43-54.

Van Hemmen JJ, Auffarth J, Evans PG, Rajan-Sithamparanadarajah B, Marquart H & Oppl R. 2003. RISKODERM: Risk Assessment of Occupational Dermal Exposure to Chemicals. An Introduction to a Series of Papers on the Development of a Toolkit. *Ann. occup. Hyg.* 47(8): pp 595-598.

Van Wendel de Joode B. 2004. An occupational DREAM. Development, evaluation, and application of a Dermal Exposure Assessment Method. pp 1-159.

Warren N, Goede HA, Tijssen SCHA, Oppl R, Schipper HJ & van Hemmen JJ. 2003. Deriving Default Dermal Exposure Values for Use in a Risk Assessment Toolkit for Small and Medium-sized Enterprises. *Ann. occup. Hyg.* 47(8): pp 619-627.

Warren ND, Marquart H, Christopher Y, Laitinen J & van Hemmen JJ. 2006. Taskbased Dermal Exposure Models for Regulatory Risk Assessment. *Ann. Occup. Hyg.* Volume 50(5): pp 491-503.

Williams DT, Denley HV & Lane DA. 1980. On site determination of sulfotep air levels in a fumigating greenhouse. *American Industrial Hygiene Association J.* 41(9): pp 647-651.

Williams IH. 1978. Dissipation of sulfotep and nicotine in a greenhouse atmosphere following their use as fumigants. *J. Environ. Sci. Health B13(3)*: pp 235-241.

Zweig G, Leffingwell JT & Pependorf Wm. 1985. The Relationship between Dermal Exposure by Fruit Harvesters and Dislodgeable Foliar Residues. *J. Environ. Sci. Health B* 20(1): pp 27-59.

## a.1 Database over de seks aktive stoffer

TABEL A.1.1 VISER DATABASEN OVER DE SEKS AKTIVE STOFFER.

	Azoxystrobin	Bitertanol	Imidacloprid
CASRN	131860-33-8	70585-36-3	138261-41-3
Kemisk formel	C <sub>22</sub> H <sub>17</sub> N <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	C <sub>20</sub> H <sub>23</sub> N <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> ClN <sub>5</sub> O <sub>2</sub>
Pesticid type	Fungicide	Fungicide	Insekticid
Virkningsmåde	Systemisk	kontaktmiddel	Kontakt- og ædegift
Anvendes mod	Meldug / Phytophthora	Skurv / Gloeosporium	Lus
Godkendt i DK	1999		1998
Registreret navn/størrelse	Amistar	Baycor 25 WP	Confidor WG 70
Producent	Syngenta Crop P A/S	Bayer A/S	BASF A/S
Formulering og koncentration	Væske 250 g/l	Pulver 25 %	Granulat 700 g/kg
Molekylvægt	403	337	256
Smeltepunkt °C	116	139	144
Opløselighed i vand mg l <sup>-1</sup> (20°C)	6	2,7	610
Damptryk Pa	1,1 x 10 <sup>-10</sup>	2,2 x 10 <sup>-10</sup>	4 x 10 <sup>-10</sup>
Log K <sub>ow</sub>	2,5	4,1	0,57
Henry'sk Pa m <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup>	7,3 x 10 <sup>-9</sup>	2 x 10 <sup>-8</sup>	2 x 10 <sup>-10</sup>
Persistens på planter	Systemisk		Systemisk
Persistens i jord DT <sub>50</sub>	1-8 uger	17-74 dage	
Oral LD <sub>50</sub> mg/kg	> 5000	>5000	450
Dermal LD <sub>50</sub> mg/kg	>2000	>5000	>5000
Hudoptagelse	2 - 5 % (r)		3 - 18 %
ADI mg/kg bw	0,1	0,01	0,06
Akut toksisitet	nej	nej	nej

Oplysningerne er hentet fra Metabolic Pathways of Agrochemicals, 1999 Part Two The Pesticide Manuel, version 3.2 2005-2006 Vejledning I planteværn 2003+2004+2005+2006

TABEL A.1.2 VISER DATABASEN OVER DE SEKS AKTIVE STOFFER.

	Kresoxim-methyl	Pirimicarb	Tolyfluanid
CASRN	143390-89-0	23103-98-2	731-27-1
Kemisk formel	C <sub>18</sub> H <sub>19</sub> NO <sub>4</sub>	C <sub>11</sub> H <sub>18</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	C <sub>10</sub> H <sub>13</sub> Cl <sub>2</sub> FN <sub>2</sub> O <sub>2</sub> S <sub>2</sub>
Pesticid type	Fungicid	Insekticid	Fungicid
Virkningsmåde	Overfladesystemisk	kontakt- og dampvirkning	Kontaktmiddel
Anvendes mod	Skurv / Meldug	Lus	Skurv
Godkendt i DK	1999	1992	1999
Registreret navn/størrelse	Candit	Pirimor G	Euparen Multi 5 kg
Producent	BASF A/S	Syngenta Crop Protection A/S	Bayer CropScience
Formulering og koncentration	Granulat 50%	Granulat 500g/kg	Granulat 50 %
Molekylvægt	313	238	347
Smeltepunkt °C	102	92	93
Opløselighed i vand mg l <sup>-1</sup> (20°C)	2	3000	0,9
Damptryk Pa	2,3 x 10 <sup>-6</sup>	4 x 10 <sup>-4</sup>	0,2 x 10 <sup>-3</sup>
Log K <sub>ow</sub>	3,4	1,7	3,9
Henry'k Pa m <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup>	3,6 x 10 <sup>-4</sup>	3,6 x 10 <sup>-5</sup>	7,7 x 10 <sup>-2</sup>
Persistens på planter	Systemisk	Systemisk	
Persistens i jord DT <sub>50</sub>	1- 3 dage	7-234 dage	1-11 dage
Oral LD <sub>50</sub> mg/kg	>5000	142	>5000
Dermal LD <sub>50</sub> mg/kg	>2000	> 2000	>5000
Hudoptagelse	3-18 %		
ADI mg/kg bw	0,4	0,02	0,08
Akut toksisitet	nej	moderat	nej

Oplysningerne er hentet fra Metabolic Pathways of Agrochemicals, 1999 Part Two The Pesticide Manuel, version 3.2 2005-2006 Vejledning I planteværn 2003+2004+2005+2006

a.2 Data om beklædning og handsker

TABEL A.2 VISER DATA OM DEN ANVENDTE BEKLÆDNING OG HANDSKER

Underbeklædning						
		Langbenede underbukser	Hvide	JBS fac 15	170g/m <sup>2</sup>	Otto Johansen A/S, Slagelse
		Langærmet undertrøje	Hvid	JBS fac 14	170g/m <sup>2</sup>	Otto Johansen A/S, Slagelse
		Hue	Hvid	T-Time t-shirt	175g/m <sup>2</sup>	Otto Johansen A/S, Slagelse
Arbejdsbeklædning						
		T-shirt	Hvid	T-Time t-shirt	175g/m <sup>2</sup>	Otto Johansen A/S, Slagelse
		Langærmet skjorte	Hvid	Kansas, " sanfor"	190g/m <sup>2</sup>	Otto Johansen A/S, Slagelse
		Cowboybukser	Mørkeblå	Cliff jeans	490g/m <sup>2</sup>	Otto Johansen A/S, Slagelse
Beskyttelsesbeklædning						
		Coverall	Hvid heldragt	Tyvek Classic	art 18-N-2127	D-S Sikkerhedsudstyr A/S, Menstrup
Handsker						
		Bomuldshandsker	Hvide	Hvid Trico interpck	art 13-24	D-S Sikkerhedsudstyr A/S, Menstrup
		Nitril handsker	Langskaftede grønne	KCL Camartril Velours	art 732	D-S Sikkerhedsudstyr A/S, Menstrup
		Letnitril handsker	Korte lyseblå	KCL Dermatril no powder	art 740	D-S Sikkerhedsudstyr A/S, Menstrup

### a.3 Anvendte genfindingsprocenter

TABEL A.3.1 VISER DE ANVENDTE GENFINDINGSPROCENTER. TALLENE I PARENTES ANGIVER STANDARDAFVIGELSERNE.

Prøvetype	Azoxystrobin		Bitertanol		Imidacloprid		Kresoxim-methyl		Pirimicarb		Tolyfluanid	
	genfinding i %		genfinding i %		genfinding i %		genfinding i %		genfinding i %		genfinding i %	
	10 µg	100 µg	10 µg	100 µg	10 µg	100 µg	10 µg	100 µg	10 µg	100 µg	10 µg	100 µg
Underbeklædning												
2+3	81	103	101	92	88	94	92	97	93	105	86	85
4+5	108	106	105	89	81	93	97	92	91	94	93	90
6+7+8+9	109	97	101	100	92	93	98	95	95	102	78	87
$\bar{x}$	99(18)	102(16)	102(25)	94(16)	87(14)	93(6)	96(13)	95(8)	93(11)	100(12)	86(25)	87(23)
$\bar{x}$ for 10 + 100	101		98		90		95		96		87	
Arbejdsbeklædning												
2+3+4+5+1u T	87	103	93	98	96	100	94	104	92	108	88	101
2+3+4+5 S	88	114	114	92	94	92	93	97	80	91	84	79
6+7+8+9	99	98	101	96	89	87	97	88	96	96	84	71
$\bar{x}$	94(14)	106(10)	103(12)	95(13)	94(14)	94(13)	94(11)	98(15)	88(11)	99(11)	86(25)	86(33)
$\bar{x}$ for 10 + 100	100		99		94		96		93		86	
Beskyttelsesbeklædning												
$\bar{x}$ for alle 9	90(19)	91(12)	87(7)	86(8)	86(7)	79(10)	89(8)	88(6)	76(4)	81(8)	32(9)	47(16)
$\bar{x}$ for 10 + 100	91		87		83		88		78		32	

TABEL A.3.2 VISER DE ANVENDTE GENFINDINGSPROCENTER. TALLENE I PARENTES ANGIVER STANDARDAFVIGELSERNE.

	Azoxystrobin		Bitertanol		Imidacloprid		Kresoxim-methyl		Pirimicarb		Tolyfluanid	
	genfinding i %		genfinding i %		genfinding i %		genfinding i %		genfinding i %		genfinding i %	
	10 µg	100 µg	10 µg	100 µg	10 µg	100 µg	10 µg	100 µg	10 µg	100 µg	10 µg	100 µg
Bomuldshandsker												
$\bar{x}$	97(19)	98(8)	92(9)	93(8)	93(12)	97(9)	85(7)	90(7)	90(9)	93(7)	71(18)	88(13)
$\bar{x}$ for 10 + 100	97		92		95		88		91		78	
Letnitril handsker												
$\bar{x}$	88(12)	84(8)	81(8)	85(10)	84(20)	88(17)	85(8)	89(4)	82(7)	82(7)	44(20)	44(18)
$\bar{x}$ for 10 + 100	86		83		86		87		82		44	
Letnitril indre												
$\bar{x}$	98(13)	103(14)	106(14)	104(15)	94(12)	99(17)	94(4)	104(18)	100(4)	1007(16)	37(4)	57(12)
$\bar{x}$ for 10 + 100	101		105		97		99		104		57	
Nitril handsker												
$\bar{x}$	46(23)	45(13)	55(48)	52(15)	58(23)	52(31)	49(7)	48(10)	70(16)	67(17)	34(10)	35(10)
$\bar{x}$ for 10 + 100	46		54		55		49		68		34	
Nitril indre												
$\bar{x}$	87(8)	94(15)	97(20)	110(14)	94(1)	103(1)	96(3)	103(2)	106(8)	113(3)	30(1)	61(8)
$\bar{x}$ for 10 + 100	91		104		98		100		109		61	

TABEL A.3.3 VISER DE ANVENDTE GENFINDINGSPROCENTER. TALLENE I PARENTES ANGIVER STANDARDAFVIGELSERNE.

	Azoxystrobin			Bitertanol			Imidacloprid			Kresoxim-methyl			Pirimicarb			Tolyfluanid		
	genfinding i %			genfinding i %			genfinding i %			genfinding i %			genfinding i %			genfinding i %		
	5 µg	10 µg	100 µg	5 µg	10 µg	100 µg	5 µg	10 µg	100 µg	5 µg	10 µg	100 µg	5 µg	10 µg	100 µg	5 µg	10 µg	100 µg
RDX-kolonner																		
$\bar{x}$	107	92	96	109	95	92	102	100	101	104	93	99	105	100	104	81	42	56
$\bar{x}$ 5+10+100	98			99			101			98			103			81	42	56
	0,5 µg	1 µg	5 µg	0,5 µg	1 µg	5 µg	0,5 µg	1 µg	5 µg	0,5 µg	1 µg	5 µg	0,5 µg	1 µg	5 µg	0,5 µg	1 µg	5 µg
Partikelfilter																		
$\bar{x}$	98	84	103	111	85	89	107	99	111	107	96	98	103	93	96	68	50	35
$\bar{x}$ 0,5+1+5	95			95			106			100			97			68	50	35
Polyurethan prop																		
$\bar{x}$	104	115	115	93	111	119	88	88	90	79	80	80	91	89	92	80	59	59
$\bar{x}$ 0,5+1+5	111			108			89			80			90			80	59	59



a.4 Anvendte detektionsgrænser

TABEL A.4.1 VISER DE ANVENDTE DETEKTIONSGRÆNSER

	Azoxystrobin		Bitertanol		Imidacloprid		Kresoxim-methyl		Pirimicarb		Tolyfluanid	
	Detektionsgrænse i µg		Detektionsgrænse i µg		Detektionsgrænse i µg		Detektionsgrænse i µg		Detektionsgrænse i µg		Detektionsgrænse i µg	
Underbeklædning												
Tilsat 10 µg												
2+3+4+5+6+7+8+9	2,3		1,6		1,4		0,8		1,2		4,2	
Arbejdsbeklædning												
Tilsat 10 µg												
T-shirt + hue	1,9		3,2		1,6		2,3		0,6		2,0	
Skjorte	2,0		2,9		2,2		1,4		2,3		2,0	
Cowboy bukser	4,1		2,2		2,1		3,8		2,4		5,5	
Beskyttelsesbeklædning												
Tilsat 10 µg												
1+2+3+4+5+6+7+8+9	4,4		2,9		1,7		1,6		1,8		10	

TABEL A.4.2 VISER DE ANVENDTE DETEKTIONSGRÆNSER

	Azoxystrobin	Bitertanol	Imidacloprid	Kresoxim-methyl	Pirimicarb	Tolyfluanid
	Detektionsgrænse i µg	Detektionsgrænse i µg	Detektionsgrænse i µg	Detektionsgrænse i µg	Detektionsgrænse i µg	Detektionsgrænse i µg
Bomuldshandsker						
Tilsat 10 µg	1,3	2,8	1,3	1,0	2,2	2,3
Letnitril handsker						
Tilsat 10 µg	1,6	3,1	1,8	4,2	3,0	5,9
Nitril handsker						
Tilsat 10 µg	2,9	4,4	1,9	2,0	4,9	4,6
RDX-kolonner						
Tilsat 5 µg	0,58	0,51	0,32	0,37	0,21	1,00
Partikelfilter						
Tilsat 1 µg	0,24	0,31	0,14	0,23	0,23	0,77
Polyuretanprop						
Tilsat 1 µg	0,05	0,07	0,13	0,20	0,14	0,19

a.5 Resultater fra stabilitetsforsøg

TABEL A.5 VISER RESULTATERNE FRA STABILITETS FORSØGENE. RESULTATERNE ER GENNEMSNIT FRA DE FORSKELLIGE PRØVETYPEN SAMT FRA DE TO KONCENTRATIONS NIVEAUER. STABILITETS PRØVERNE EMBALLERES SOM PRØVERNE I FORSØGET OG OPBEVARES VED – 18°C I SAMME ANTAL DAGE ELLER LÆNGERE.

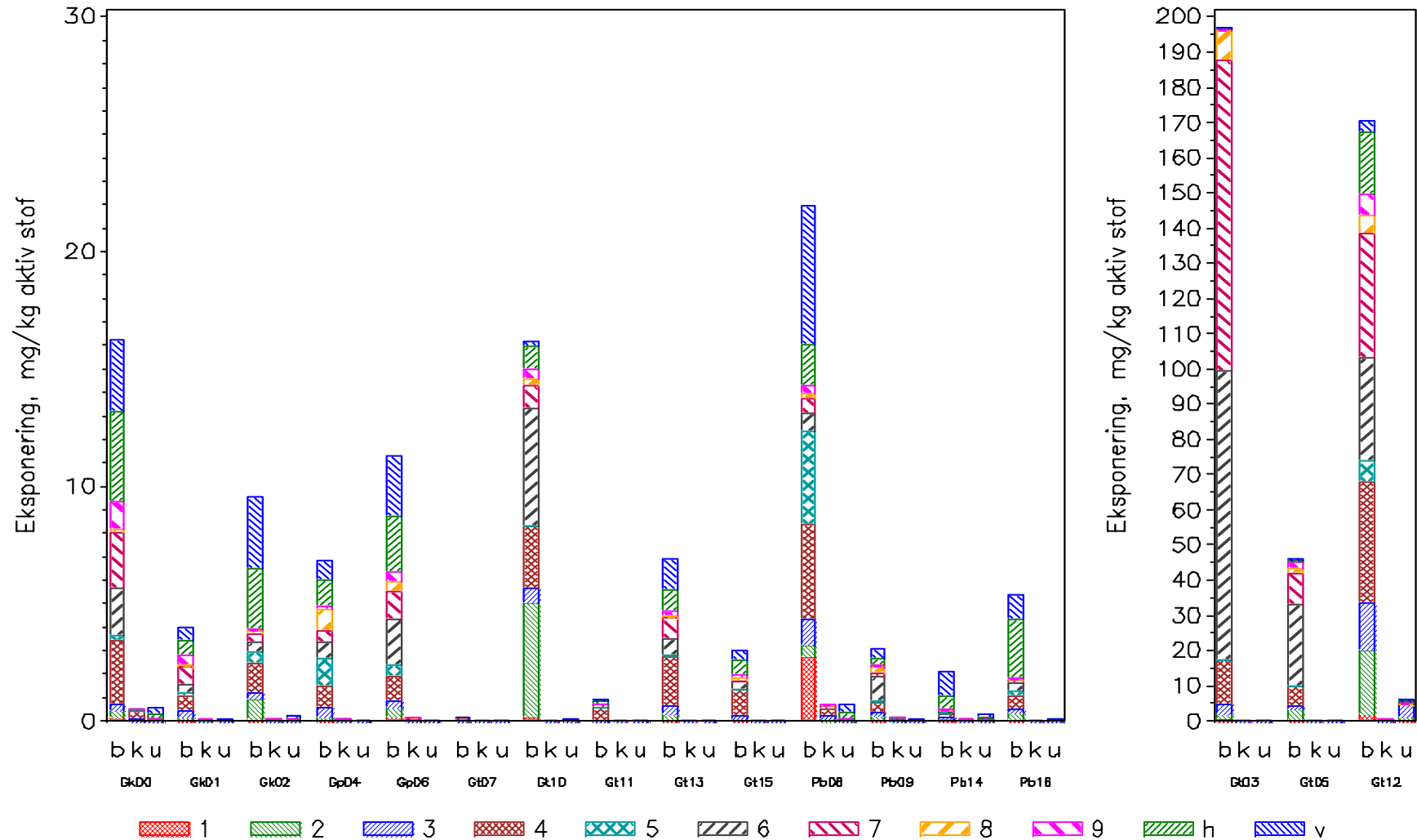
	Azoxystrobin		Bitertanol		Imidacloprid		Kresoxim-methyl		Pirimicarb		Tolyfluanid	
	genfindning i %		genfindning i %		genfindning i %		genfindning i %		genfindning i %		genfindning i %	
Underbeklædning												
	96		97		108		94		101		110	
Arbejdsbeklædning												
	99		89		91		93		94		102	
Beskyttelsesbeklædning												
	92		92		91		94		97		40	
Bomuldshandsker												
	90		111		95		106		105		110	
Letnitril handsker												
	98		93		103		97		93		64	
Nitril handsker												
	99		98		109		35		105		122	
RDX-kolonner												
	84		90		88		92		91		95	

## a.6 Resultater fra luftanalyser

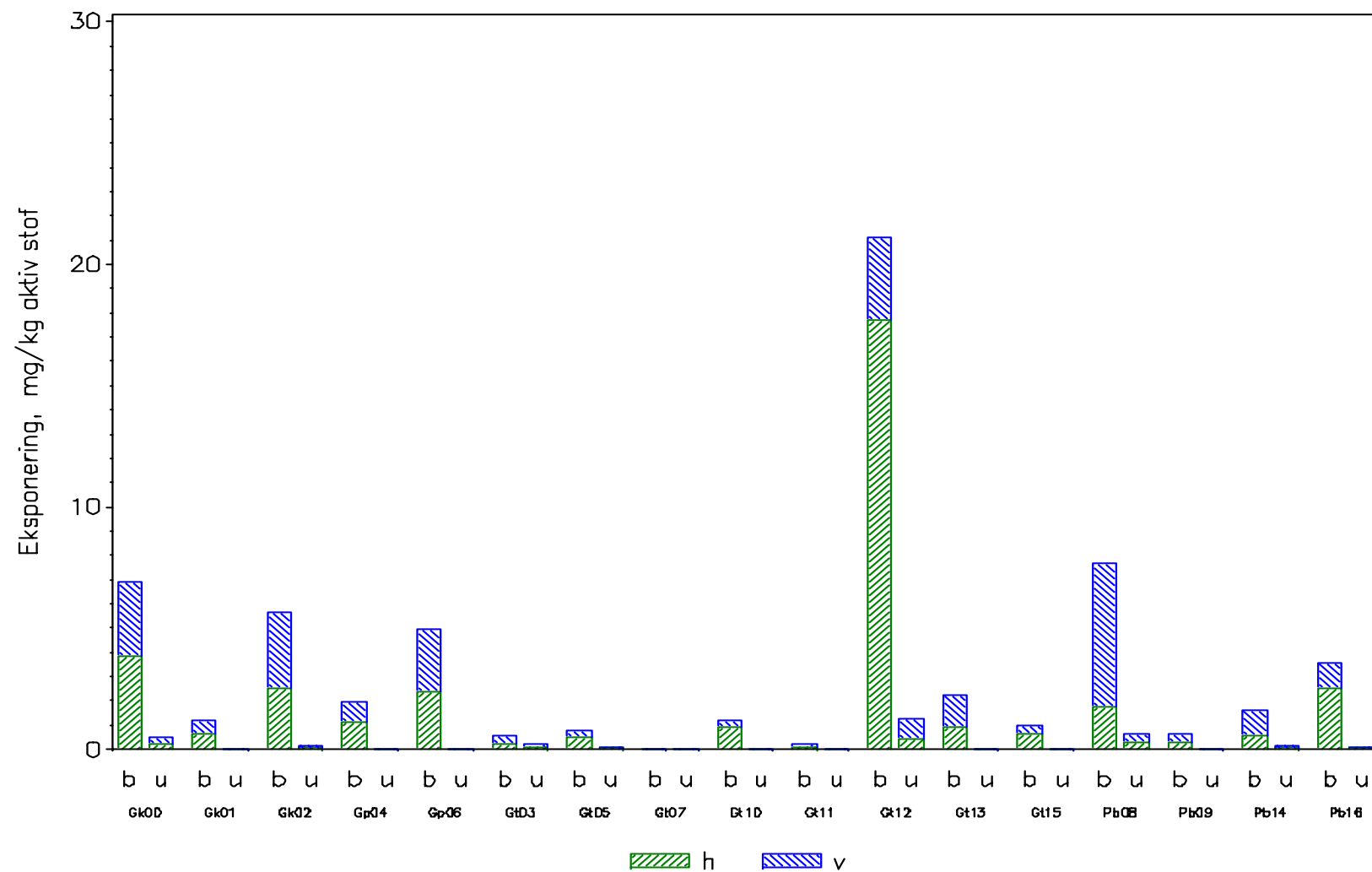
TABEL A.6 VISER RESULTATERNE FRA DE GENNEMFØRTE LUFTANALYSER. SOM DET FREMGÅR ER DER KUN POSITIVE RESULTATER VED SCENARIERNE MED FYLDNING OG UDSPRØJTNING.

Scenarium	Aktiv stof	Dage efter udsprøjt.	Placering af pumpe	Temp.	Pumpe 1				Pumpe 2			
					Pumpetid min.	Partikelfilter µg	Polyuretanprop µg	Partikelfilter + Polyuretanprop µg/t ved 2L/min	Pumpetid min.	Partikelfilter µg	Polyuretanprop µg	Partikelfilter + Polyuretanprop µg/t ved 2L/min
Fyldning + udspr.												
Frugtavl	Tolyflyanid	0	Traktorhus	16-19° C					166	0,38	0,315	0,25
Frugtavl	Bitertanol	0	Traktorhus	17-19° C					120	<0,31	<0,07	<
Re-entry												
Frugtavl	Bitertanol	23	Plantagen	14° C	135	<0,31	<0,07	<				
Frugtavl	Bitertanol	32	Plantagen	19° C	145	<0,31	<0,07	<	147	<0,31	<0,07	<
Frugtavl	Tolyfluamid	32	Plantagen	16° C	104	<0,77	<0,19	<	104	<0,77	<0,19	<
Frugtavl	Bitertanol	21	Plantagen	14° C	113	<0,31	<0,07	<	113	<0,31	<0,07	<
Frugtavl	Tolyfluamid	14	Plantagen	16° C	160	<0,77	<0,19	<	162	<0,77	<0,19	<
Fyldning + udspr.												
Væksthuse	Imidacloprid	0	Væksthus	24° C	25	0,14	0,06	0,49	26	0,14	0,06	0,47
Væksthuse	Azoxystrobin	0	Væksthus	15-16° C	53	<0,24	<0,05	<				
Væksthuse	Pirimicarb	0	Væksthus	15-16° C					52	0,41	0,58	1,14
Re-entry												
Væksthuse	Imidacloprid	3	Væksthus	19-22° C	162	<0,14	<0,13	<				
Væksthuse	Imidacloprid	2	Væksthus	24° C	72	<0,14	<0,13	<	72	<0,14	<0,13	<

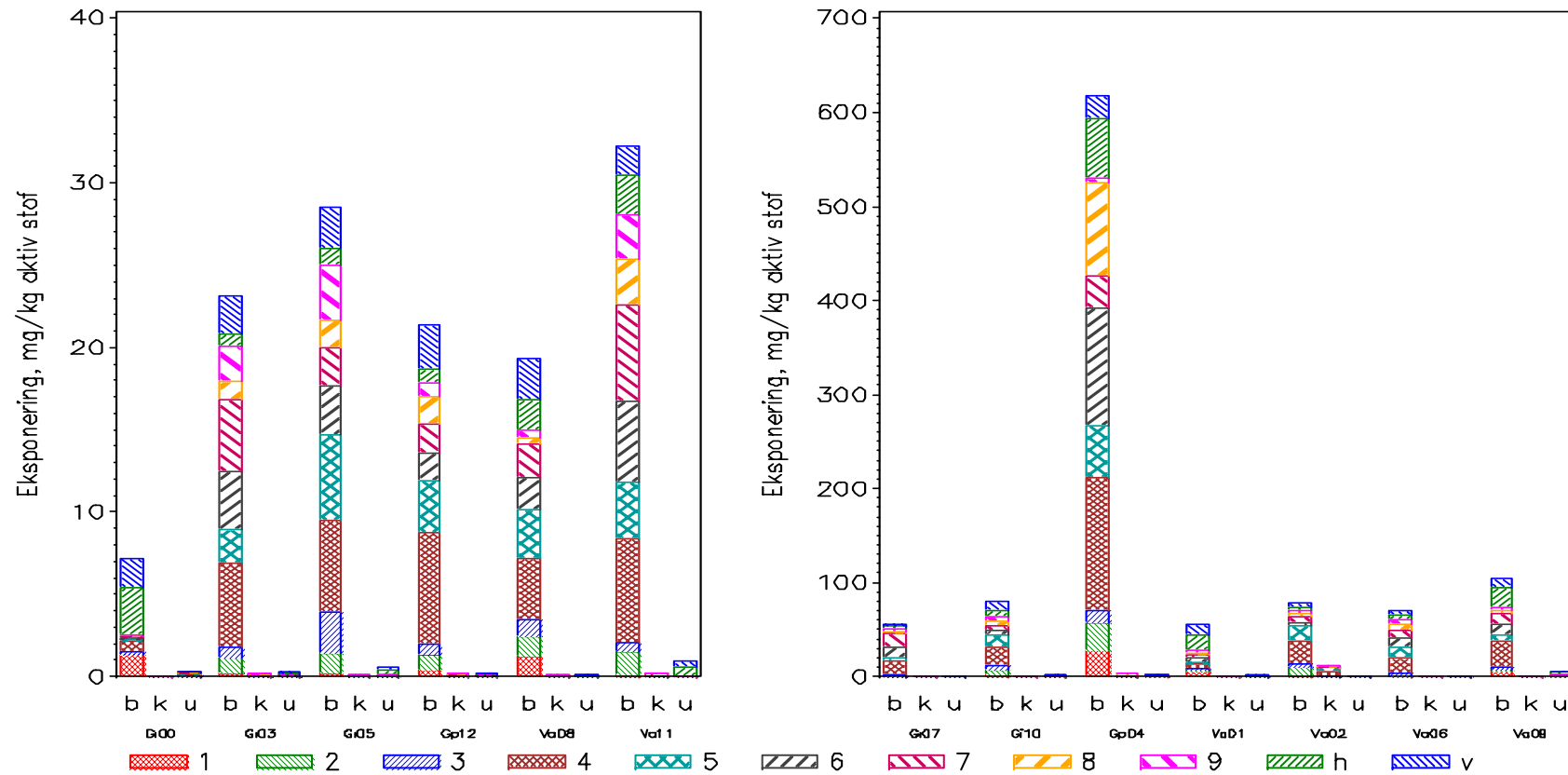
a.7 Histogrammer med forsøgsresultater



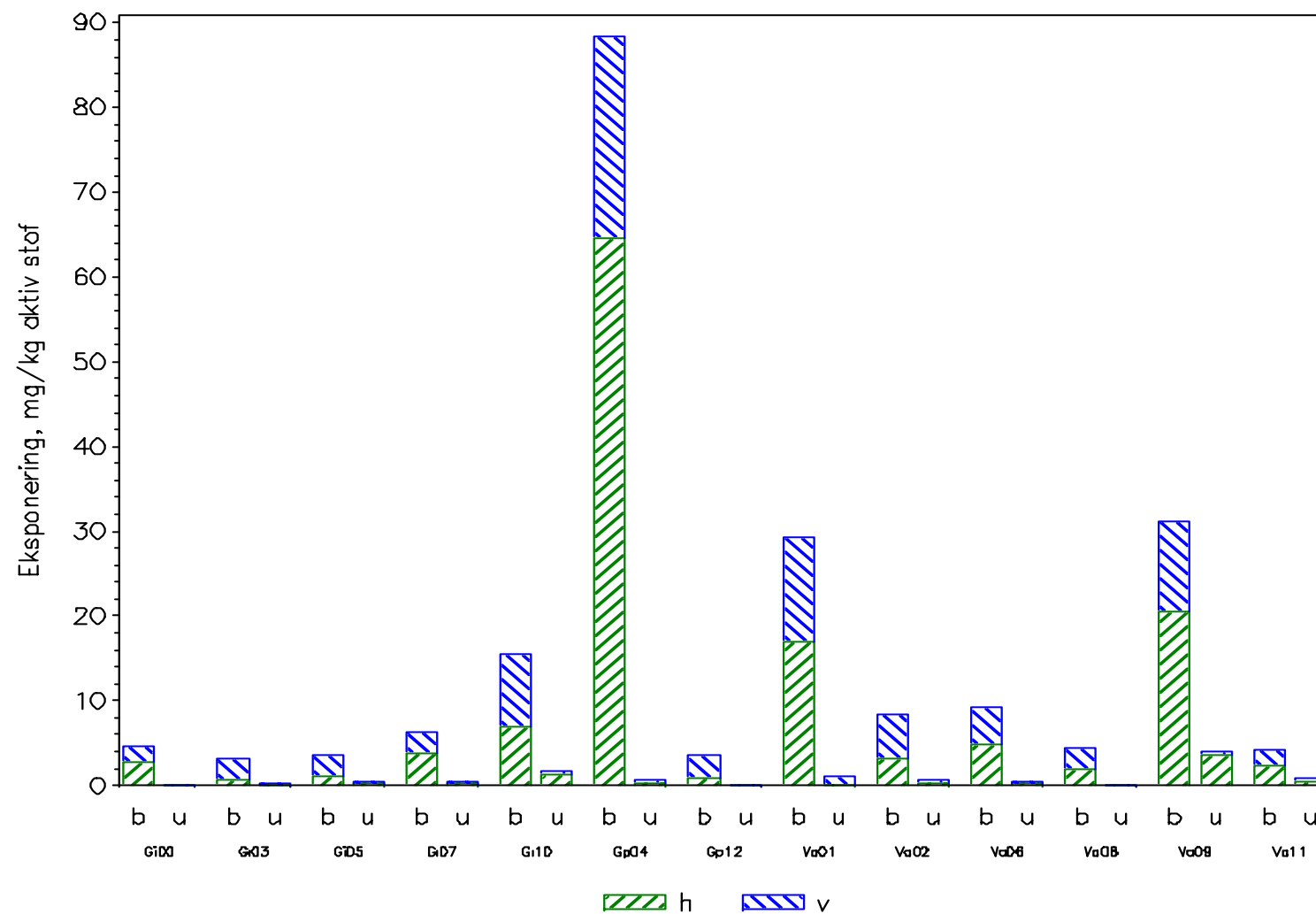
FIGUR A.7.1 EKSPONERING VED FYLDNING OG UDSPRØJTNING I FRUGTAVL. HVER GRUPPE AF SØJLER ER ET FØRSØG, HVOR DE TO FØRSTE TEGN ANGIVER HENHOLDSVIS FORMULERING (G=GRANULAT, P=PLULVER) OG AKTIVT STOF (B=BITERTANOL, K=KRESOXIM-METHY, P=PIRIMICARB, T=TOLYL-FLUANID,) MENS DE 2 SIDSTE CIFRE ER ET LØBENUMMER. I HVER GRUPPE ER DER EN SØJLE FOR HVER TØJTYPE (B=BESKYTTELSESBEKLÆDNING, K=ARBEJDSBEKLÆDNING, U=UNDERBEKLÆDNING). SKRAVERING (OG FARVER) ANGIVER DE FØRSØGSLØSSE PRØVETYPES. BEMÆRK AT FIGURENS 2 SEKTIONER HAR FØRSØGSLØSSE SKALA.



FIGUR A.7.2 EKSPONERING PÅ HANDESKER VED FYLDNING OG UDSPRØJTNING I FRUGTAVL. . HVER GRUPPE AF SØJLER ER ET FORSØG, HVOR DE TO FØRSTE TEGN ANGIVER HENHOLDSVIS FORMULERING (G=GRANULAT, P=PLULVER) OG AKTIVT STOF (B=BITERTANOL, K=KRESOXIM-METHY, P=PIRIMICARB, T=TOLYL-FLUANID,) MENS DE 2 SIDSTE CIFRE ER ET LØBENUMMER. I HVER GRUPPE ER DER EN SØJLE FOR HVER HANDESKETYPE (B=BESKYTTESEHANDSKER, U=BOMULDSHANDSKER). SKRAVERING (OG FARVER) ANGIVER DE FORSKELLIGE PRØVETYPEN.

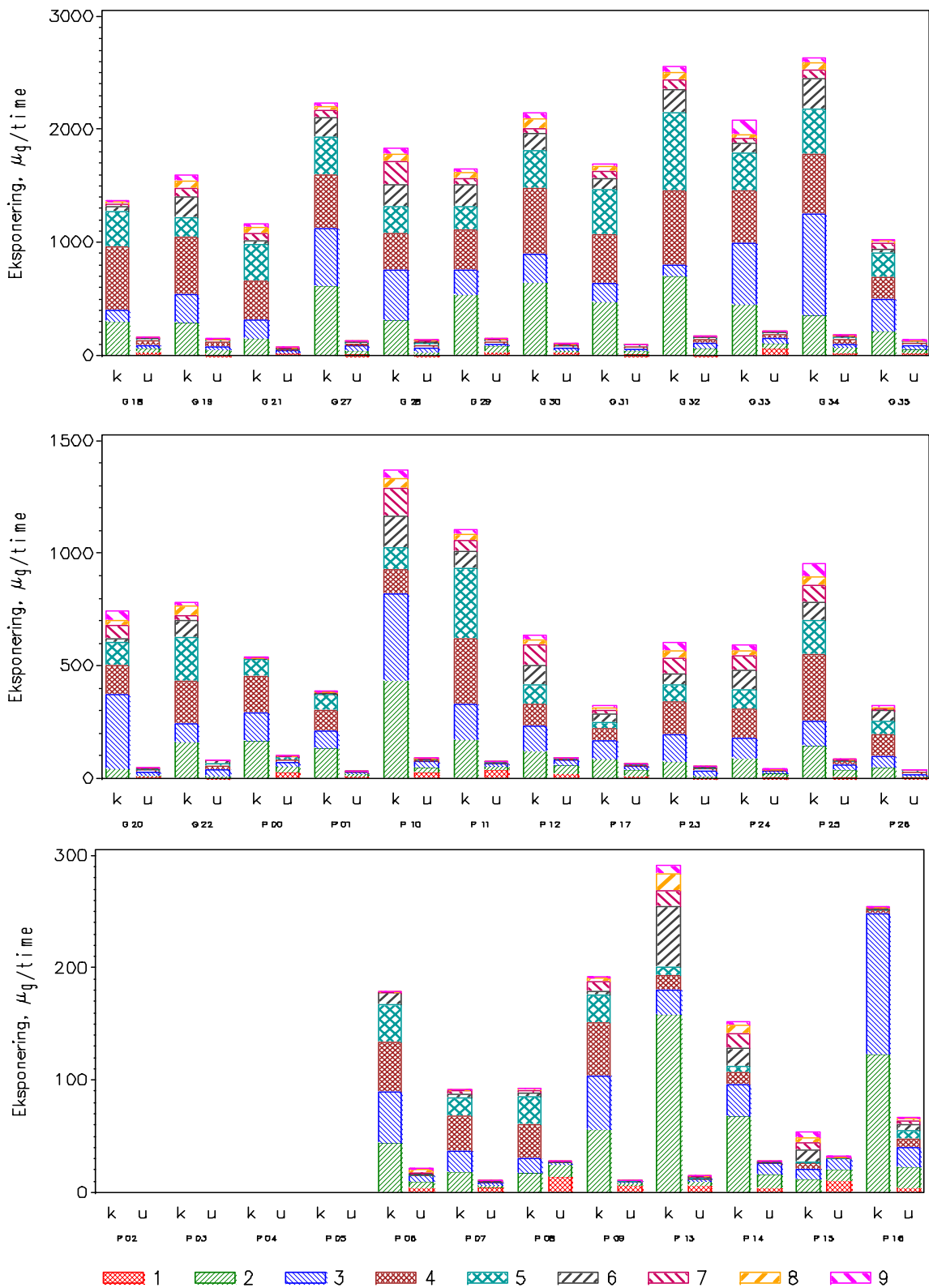


FIGUR A.7.3 EKSPONERING VED FYLDNING OG UDSPRØJTNING I VÆKSTHUSE. HVER GRUPPE AF SØJLER ER ET FORSØG, HVOR DE TO FØRSTE TEGN ANGIVER HENHOLDSVIS FORMULERING (G=GRANULAT, V=VÆSKE) OG AKTIVT STOF (A= AZOXYSTROBIN OG I= IMIDACOLPRID, P=PIRIMICARB) MENS DE 2 SIDSTE CIFRE ER ET LØBENUMMER. I HVER GRUPPE ER DER EN SØJLE FOR HVER TØJTYPE (B=BESKYTTelsesBEKLÆDNING, K=ARBEJDSBEKLÆDNING, U=UNDERBEKLÆDNING). SKRAVERING (OG FARVER) ANGIVER DE FORSKELLIGE PRØVETYPEN. BEMÆRK AT FIGURENS 2 SEKTIONER HAR FORSKELLIG SKALA.

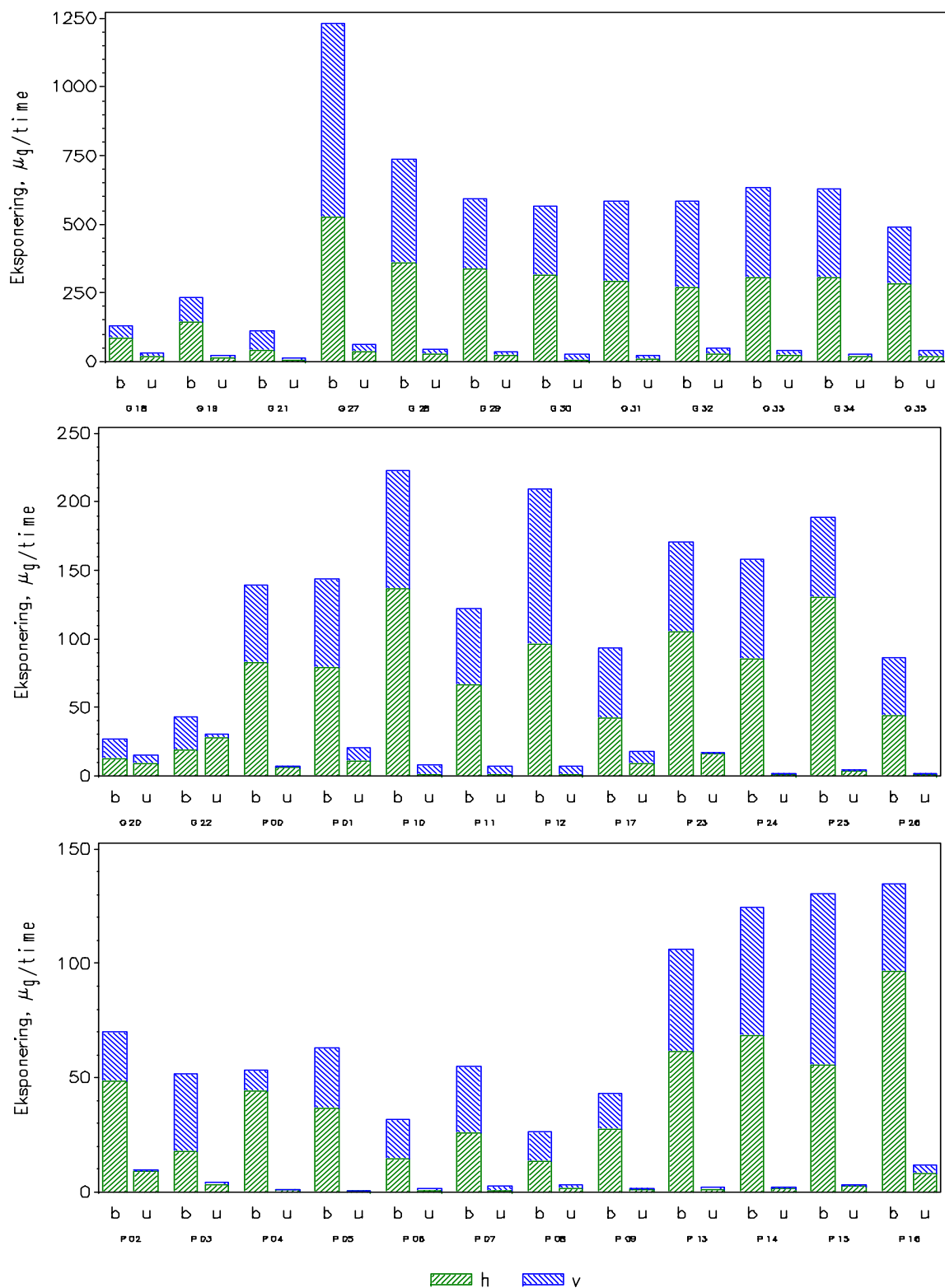


FIGUR A.7.4 EKSPONERING PÅ HANDESKER VED FYLDNING OG UDSPRØJTNING I VÆKSTHUSE. HVER GRUPPE AF SØJLER ER ET FORSØG, HVOR DE TO FØRSTE TEGN ANGIVER HENHOLDSVIS FORMULERING (G=GRANULAT, V=VÆSKE) OG AKTIVT STOF (A=AZOXYSTROBIN, I=IMDACLOPRID, P=PIRIMICARB) MENS DE 2 SIDSTE CIFRE ER ET LØBENUMMER. I HVER GRUPPE ER DER EN SØJLE FOR HVER HANDESKETYPE (B=BESKYTTELSESHANDESKER, U=BOMULDSHANDESKER). SKRAVERING (OG FARVER) ANGIVER DE FØRSKELLIGE PRØVETYPES.

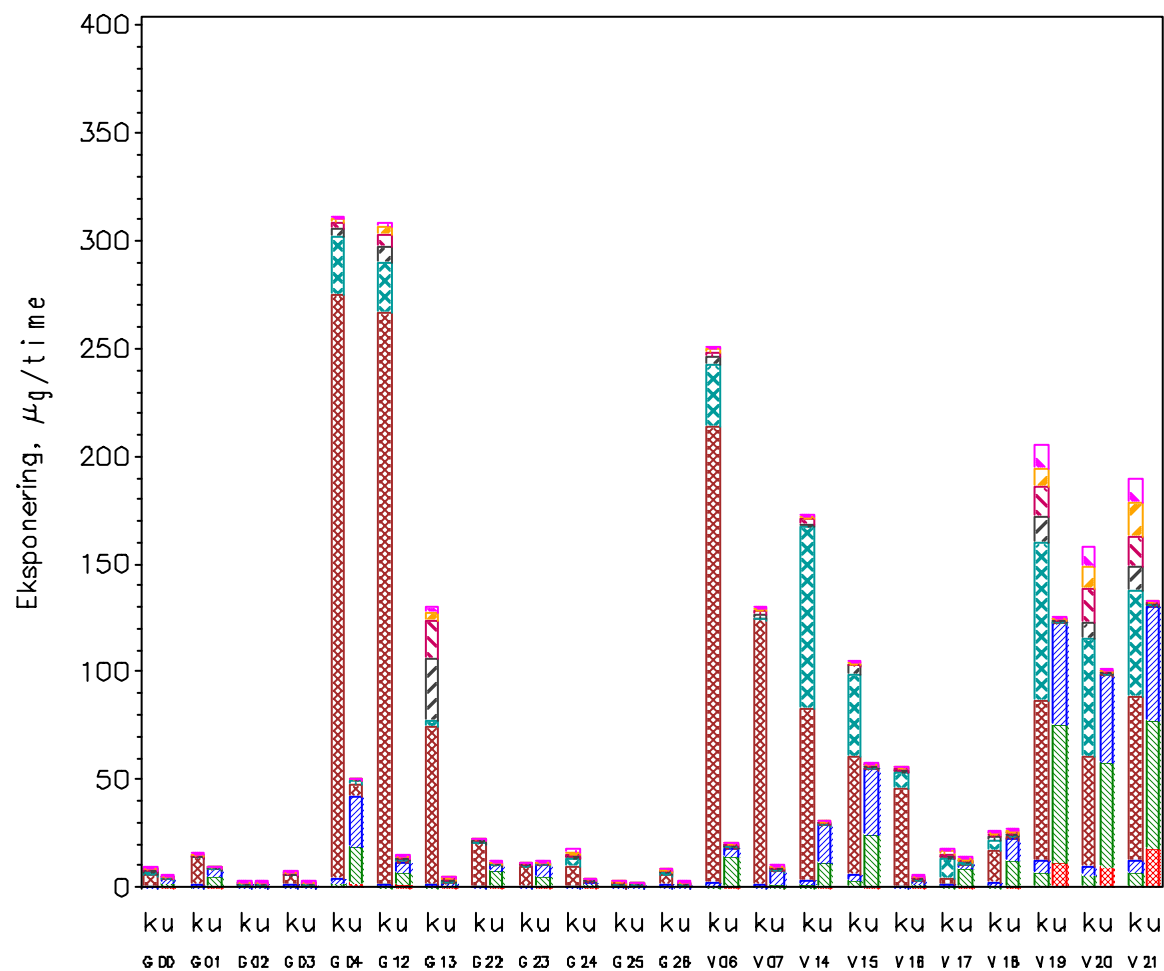
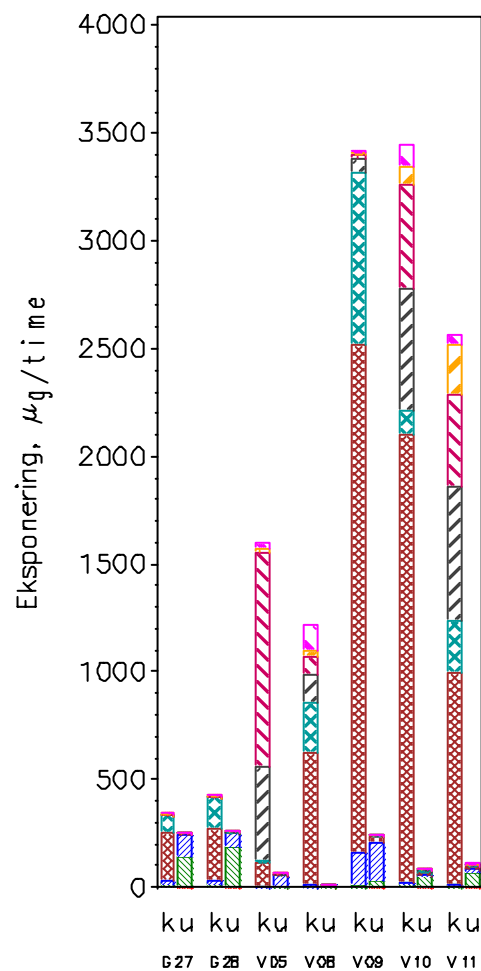




FIGUR A.7.5 EKSPONERING VED RE-ENTRY I FRUGTAVL. HVER GRUPPE AF SØJLER ER ET FORSØG, HVOR DET FØRSTE TEGN ANGIVER FORMULERING (G=GRANULAT, P=PLULVER) MENS DE 2 SIDSTE CIFRE ER ET LØBENUMMER. I HVER GRUPPE ER DER EN SØJLE FOR HVER TØJTYPE (K=ARBEJDSBEKLÆDNING, U=UNDERBEKLÆDNING). SKRAVERING (OG FARVER) ANGIVER DE FØRSKELLIGE PRØVETYPEN. BEMÆRK AT FIGURENS 3 SEKTIONER HAR FØRSKELLIG SKALA.



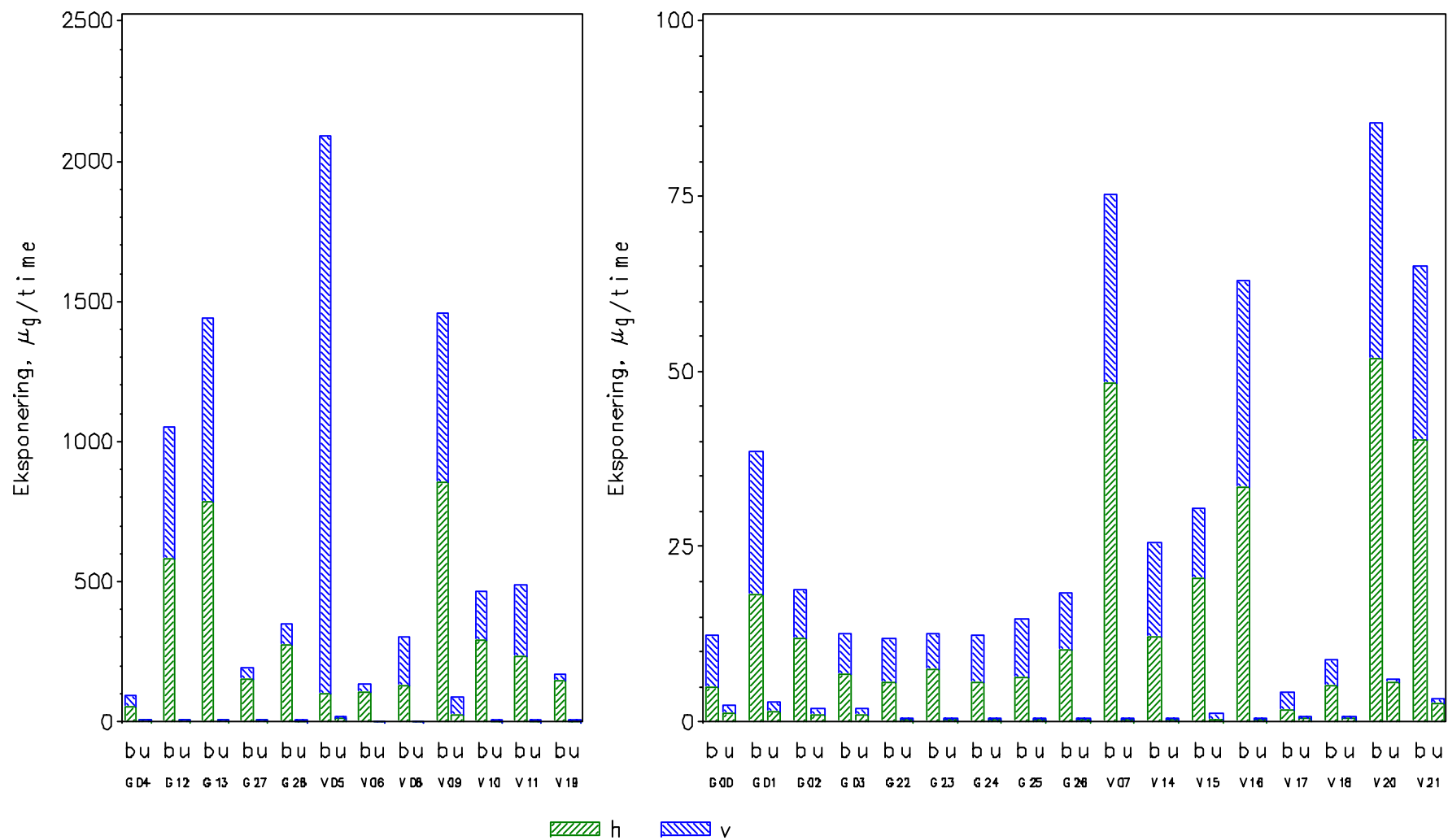
FIGUR A.7.6 EKSPONERING PÅ HANDESKER VED RE-ENTRY I FRUGTAVL. HVER GRUPPE AF SØJLER ER ET FORSØG, HVOR DET FØRSTE TEGN ANGIVER FORMULERING (G=GRANULAT, P=PLULVER) MENS DE 2 SIDSTE CIFRE ER ET LØBENUMMER. I HVER GRUPPE ER DER EN SØJLE FOR HVER HANDESKETYPE (B=BESKYTTELSESHANDESKER, U=BOMULDSHANDESKER). SKRAVERING (OG FARVER) ANGIVER DE FØRSKELLIGE PRØVETYPEN. BEMÆRK AT FIGURENS 3 SEKTIONER HAR FØRSKELLIG



SKALA.



FIGUR A.7.7 EKSPONERING VED RE-ENTRY I VÆKSTHUSE. HVER GRUPPE AF SØJLER ER ET FORSØG, HVOR DET FØRSTE TEGN ANGIVER FORMULERING (G=GRANULAT, V=VÆSKE) MENS DE 2 SIDSTE CIFRE ER ET LØBENUMMER. I HVER GRUPPE ER DER EN SØJLE FOR HVER TØJTYPE (K=ARBEJDSBEKLÆDNING, U=UNDERBEKLÆDNING). SKRAVERING (OG FARVER) ANGIVER DE FØRSKELLIGE PRØVETYPES. BEMÆRK AT FIGURENS 2 SEKTIONER HAR FØRSKELLIGE SKALA.



FIGUR A.7.8 EKSPONERING PÅ HANDESKER VED RE-ENTRY I VÆKSTHUSE. HVER GRUPPE AF SØJLER ER ET FØRSØG, HVOR DET FØRSTE TEGN ANGIVER FORMULERING (G=GRANULAT, V=VÆSKE) MENS DE 2 SIDSTE CIFRE ER ET LØBENUMMER. I HVER GRUPPE ER DER EN SØJLE FOR HVER HANDESKETYPE (B=BESKYTTELSESHANDESKER, U=BOMULDSHANDESKER). SKRAVERING (OG FARVER) ANGIVER DE FØRSØGTYPE. BEMÆRK AT FIGURENS 2 SEKTIONER HAR FØRSØGTYPE SKALA.

## a.8 Anvendte forkortelser

TABEL A.8 VISER DE ANVENDETE FORKORTELSER

AOEL	Acceptable Operator Exposure Level
CIS	Conical Inhalable Sampler
DEO unit	Dermal Exposure Operation unit
DFR	Dislodgeable Foliar Residue
DIGR	Dislodgeable Inner Glove Residue
EUROPOEM	European Predictive Operator Exposure Model
GSD	Geometric Standard Deviation
ISO	International Organization of Standardization
LCMS	Liquid Chromatography with Mass Spectrometry
LOD	Level Of Detection
MVUE	Minimum Variance Unbiased Estimate
OECD	the Organisation for Economic Co-operation and Development
WGR	Working Group on Re-Entry
WPF	Work Place Factor

