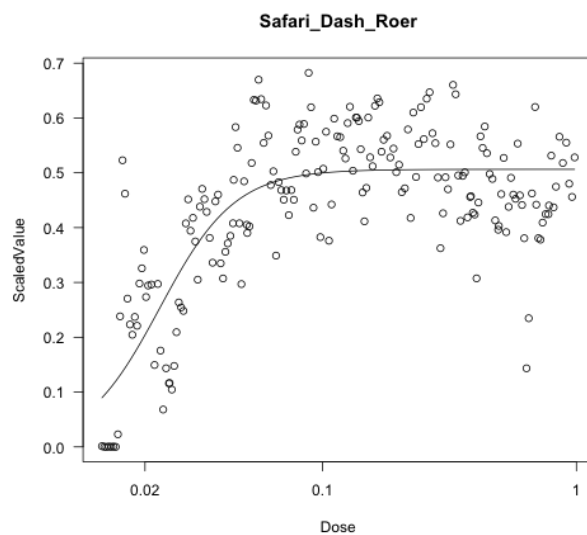


Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet

Københavns Universitet



## Automatisering af logaritmeprøjtje til vurdering af optimal herbiciddosering i roer



Udfærdiget af Joachim Duus og Jens C. Streibig

## Problemformulering:

Sukkerroer er en højværdiafgrøde og overgår langt de fleste andre afgrøder i dækningsbidrag i Danmark. Sukkerroer har, i den første vækstperiode indtil rækkelukning, en ringe konkurrenceevne overfor ukrudt. Det er især det tokimbladet ukrudt der forårsager rodudbyttetab og kan i visse tilfælde føre til udbyttetab på op mod 100% (Schweizer & Dexter 1987; Rosso et al. 1996).

Herbicer med additiver bliver brugt til at bekæmpe ukrudt i sukkerroer og er den mest anvendte bekæmpelses metode i den vestlige verden (Schweizer & Dexter 1987). De anvendte herbicer i sukkerroer som bliver udsprøjtet efter fremspiring af ukrudt og afgrøde, bliver ofte blandet med additiver i en "tank-mix" (Cioni & Maines 2010).

Ved effekt / selektivitetsforsøg med herbicer er det af stor betydning at bedømmelse af effekten i forsøgsparcellen bliver gjort rettidigt og af en kyndig person. Det kunne være en fordel at gøre denne bedømmelse automatisk. Derved ville bedømmelse blive udført objektivt, samtidig med at bedømmelserne muligvis ville være mere præcise. Mulighederne for et højt antal målinger (bedømmelser) udført forholdsvis hurtigt er også tilstede.

I denne opgave ønskes det besvaret om SDUKameraet kan bruges til bedømmelse af logaritme-forsøg, samtidig med at det ønskes besvaret hvilken effekt herbiciderne i kombination med additiverne har på henholdsvis raps og roer.

Problemformuleringen leder os til følgende spørgsmål:

- *Er der en effekt forskel mellem kombinationerne af herbicid og additiver ved skanning med SDUKameraet?*

## Afgrænsning:

Problemformuleringen søges besvaret ud fra data fra et markforsøg udført på Højbakkegård, KU-SCIENCE forsøgsgård, med afgrøderne roer og raps.

Rapporten afgrænses til at se udelukkende på databehandlingen og i diskussionen, sammenlignes ED50-estimerne for at få et overblik over effekten af de forskellige behandlinger.

Pointopgaven krediteres til 15 ECTS point, svarende til en blok.

## Materialer:

I dette forsøg blev logaritmesprøjtning kædet sammen med semiautomatisk metoder for at vurdere fem herbiciders virkning på roer og ukrudt. Roeforsøget benyttede fem herbicider, udsprøjtet ad flere omgange med tre forskellige additiver.

Det var ikke for at se bekæmpelsens ud fra et praktisk synspunkt, men for at se hvor meget roer og ukrudt blev skadet ved høje doseringer og undersøge om man kunne analysere avancerede kameraoutput på en sådan måde, at de afspejlede virkningen af sprøjtningen.

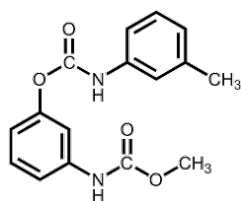
Data fra SDUKameraet blev sammenkørt med de korrekte navne på herbicider og additiver i statistik programmet "R" (R Development Core Team 2010). Doseringerne bliver normaliseret så de i alle tilfælde varierer fra 0 – 1. Doseringskurverne bliver modelleret og tilhørende visuelle residualer undersøgt (se appendix 1).

### Herbicider i forsøget:

Betanal (phenmedipham 160 g/l):

*Virkningsmekanisme:* Herbicidet blokerer fotosyntesen ved at inhibere elektrontransporten i fotosystem II.

Behandlingsindeks i roer: 4,5 L per hektar.

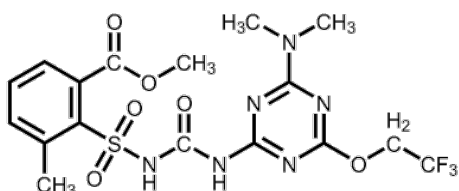


**Figur 1: Betanal  
(phenmedipham).**

Safari (triflurosulfuron-methyl 500g/kg):

*Virkningsmekanisme:* Herbicidet blokerer syntesen af forgrenede aminosyrer ved at inhibere enzymet ALS (aceto lactat synthase) i planten.

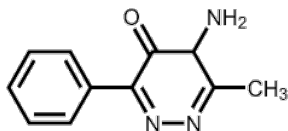
Behandlingsindeks i roer: 90 g per hektar.



**Figur 2: Safari (triflusaluron-methyl).**

Goltix (metamitron 700 g/l):

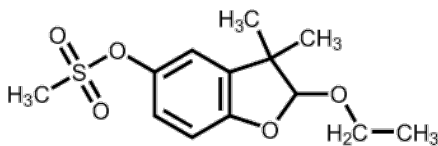
*Virkningsmekanisme:* Herbicidet blokerer fotosyntesen ved at inhibere elektrontransporten i fotosystem II.  
Behandlingsindeks i roer: 3 L per hektar.



**Figur 3: Goltix (metamitron).**

Ethosan SC (ethofumesat 500 g/l):

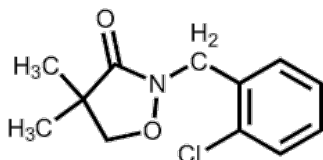
*Virkningsmekanisme:* Herbicidet blokerer fedtsyresyntesen ved en anden virkningsmekanisme end ACC-ase inhibering.  
Behandlingsindeks i roer: 0,8 L per hektar.



**Figur 4: Ethosan SC (ethofumesat).**

Command CS (clomazon 360 g/l):

*Virkningsmekanisme:* Herbicidet blokerer syntesen af Karotenoider eller enzymet HPPD ved at inhibere normal klorofyl formation. Herbicidet er også kendt som en "bleacher" pga. af den blege farve ukrudtet får efter udsprøjtning af herbicidet.  
Behandlingsindeks i roer: 0,25 L per hektar.



**Figur 5: Command CS (clomazon).**

## Additiver i forsøget:

### Dash (sprede-klæbemiddel 1000 g/l):

*Virkningsmekanisme:* Dash er ifølge Hazen (2000) det første "Designer additiv" og blev patenteret i 1989, specielt formuleret til optimering af effektiviteten af herbicidet sethoxydim. Dash indeholder fire kendte ingredienser. To "utility" modifikatorer, som er 37% organisk opløsningsmiddel og 3,7 % phosphorsyre, og to aktivator additiver i form af 39% methylester og 20% ethoxylat. Dash er formuleret som et emulsionskoncentrat (EF). Ifølge Green & Beestman (2007) vil bufferkapaciteten af phosphorsyre-delen i Dash sænke pH-værdien i tank-blandingen.

### Penol 33E (mineralsk penetreringsolie 1000g/l):

*Virkningsmekanisme:* Penol 33E er i henhold til etiketten en penetrations olie og indeholder 99-100% opløsningsmiddel i form af raffineret paraffin destilleret (råolie base) og 0-1% isononylphenol ethoxylat (emulgator). Penol 33E betragtes som en COC (Crop Oil Concentrate). Penol 33E anvendes i doseringer fra 0,3 til 1,0 l / ha. Det anbefales ikke at bruge Penol 33E, hvis temperaturen overstiger 25 grader Celsius. Med det lave indhold af ethoxylat vil additivet have lave hydrofile egenskaber.

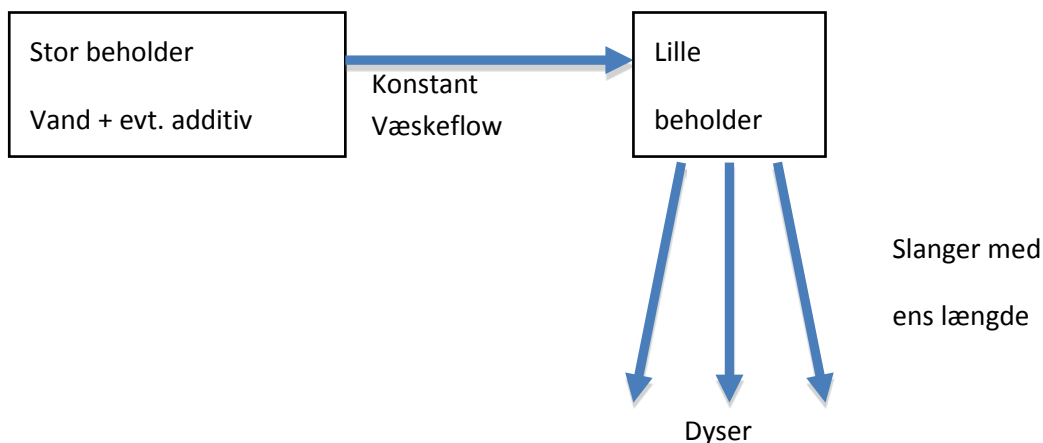
### Renol (penetreringsolie 1000g/l):

Renol er en vegetabilsk olie med et højt indhold af "surfactant" som nedsætter overfladspændingen i sprøjtedråbberne og betragtes som en "Methyleret Seed Olie" (MSO). Ifølge etiketten indeholder Renol modificeret vegetabilsk olie (63%), "surfactant" (23%) og 13% ukendte ingredienser. Additivet er formuleret som en emulsion koncentrat (EC) som også kaldes en "olie-i-vand-emulsion". Renol anvendes i doseringer fra 0,25 til 0,5 l / ha. Det kan ikke anbefales at anvende olien, når temperaturen overstiger 20 ° C, undtagen når ukrudt har udviklet et tykt voks-lag. Vegetabiliske olier menes at ændre voks-lagets sammensætning (Kudsk 2000). Ifølge Kudsk (2000) gør det høje indhold af emulgator i additivet at det også kaldes en "super olie". Renol kombinerer egenskaberne af overfladeaktive midler "surfactanter" og olie additiver.

## Logaritmesprøjten:

Med logaritmesprøjten kan man dække en stor variation i dosis på et lille område i marken, og derfor kan man få stort udbytte af viden for en lille investering af tid og areal. Logaritmesprøjten har sin berettigelse ved effekt eller selektivtets forsøg når et givet ukrudt kun er tilstede i et område af marken og almindelig parcellforsøg derved vanskeligt kan gennemføres.

Logaritmesprøjten er i princippet meget simpel, se figur 9 nedenfor. En lille beholder indeholder sprøjtevæske med en herbicidkoncentration, som modsvarer den højeste dosering, som ønskes i forsøget. Væsken i den lille beholder fortyndes med et kontinuert flow af væske fra en større beholder, som er under tryk. Væsken i den store beholder kan være rent vand, vand tilsat en konstant mængde additiv eller en konstant koncentration af en blandingspartner til herbicidet i den lille beholder (Jensen 2004).



**Figur 6: Principskitse af en logaritmesprøjte.**

Doseringsforløbet vil blive beskrevet ved startdosen og halveringstiden, der alene er givet ved størrelsen af den lille beholder og væskeflowet. I marken vil man ved konstant kørselshastighed få en halveringsafstand, som man kan udregne for hver enkelt sprøjtning som halveringsafstand = halveringstid \* kørselshastighed.

Dosering:

Dosering  $Y$  som funktion af afstanden  $X$  og Startdoseringen  $C$ , kan bestemmes ved følgende ligning, der beskriver en eksponentielt aftagende funktion:

$$Y = C * \exp(-K * X),$$

Hvor konstantleddet  $K$  kan beregnes ud fra halveringsafstanden. Med en halveringsafstand på f.eks. 7,5 meter kan man bestemme konstantleddet i eksponentialfunktionen til

$$K = \ln(2) / 7,2 = 0,09242$$

Det betyder, at doseringsforløbet i dette tilfælde kan beskrives som følger:

$$Y = C * \exp(-0,09242 * X).$$

Opgørelse af forsøg:

For at få en rimelig beskrivelse af dosis – respons sammenhængen, bør der laves 5-8 optællinger/bedømmelser i hver parcel. Når man gør forsøget med logaritmesprøjten op, kan man f.eks. vælge at lave optællinger for hver 5 meter ned gennem en 25 meter lang parcel. Det er vigtigst at have flest observationer / optællinger i nærheden af ED50 og mindre detaljerede optællinger i enderne af parcellen. Jo stejlere doseringskurve, dvs. jo hurtigere effekten klinger af, jo tættere optællinger vil der være behov for omkring ED50-doseringen. Man bør altid have en optælling / bedømmelse i hver af de "flade ender" af kurven.

Man bør altid have en ubehandlet parcel i umiddelbar nærhed af den behandlet parcel, gerne ved siden af. Ved denne opsætning undgås så vidt muligt forvriddning i forsøgs resultat grundet et uhomogent areal med hensyn til ukrudts bestand og afgrødes niveau (Jensen 2004).

### Beskrivelse af billedsensoren og funktion "SDUVegCover":

Billedsensor setupet anvendes til sensor aflæsninger og er udlånt af Syddansk Universitet, Danmark og består af følgende:

- 1x JAI AD-080GE monteret med LM12NC3 12mm objektiv
- 4x Dual lampe inventar (baseret på standard auto H3 pære), Biltema stock no. 38.750
- 1x brugerdefinerede opbyggede belysnings kammer.
- 1x Topcon GRS-1 GNSS RTK-GPS ved hjælp af TopNet referencenet fra Topcon Europe Positioning og ToppTOPO A / S (<http://www.topnetplus.dk/>)

Det anvendte kamera er et Bispectral kamera som anvender en stråledelende prisme, der deler lyset ved 700 nm, det bruger to sensorer én Sony ICX-204AK (normal Bayer coated CCD), for bølgelængder under 700 nm og en SONY ICX-204AL for NIR billeder.

Det rå billedmateriale er fra ICX-204AK Demosaiced som bruger gradient-korrigerede lineær interpolation i efterbehandlingen.

Kameraet var monteret ca. 700 mm over jorden, hvilket resulterer i et billede område på 280x210 mm for hvert kamera, og blænden blev indstillet til f/2.5.

Kameraet blev sat til at tage billeder med en rammehastighed der resulterer i en 50% overlapning, ved at tillade GPS bestemt hastighed (indfanget fra NMEA VTG identifikator) til bestemmelse af kameraets såkaldte "frame



**Figur 7: Traktor påmonteret SDU-kamera og GPS igang med at skanne en parcel med roer 2011.**

Samtidig med billedsensoren logges GPS-positionen ved en hastighed på 5Hz, og bagefter interpoleret og refereres til en GPS koordinat for hvert billede ved lineær interpolation i UTM koordinatsystemet.

Billeder blev taget som rå sensordata på 12bits per pixel.

Data blev indtaget tre gange ved datoerne: 23-05-2012, 30-05-2012 og 31-05-2012. De første to gange under anvendelse af traktoren (se figur 10) og den tredje gang ved hjælp af Armadillo robotsystem (se figur 11).



**Figur 8: Armadillo i gang med at analysere logaritme-forsøget i 2012. Her i en rapsparcel på Højbakkegård, KU-SCIENCE.**

Analyse af de optagede billeder bestod af at opdele de optagede billeder i tre regioner, der indeholdt jord, sund vegetation og usund vegetation. Baseret på andelen af jord og vegetation i hver optaget regioner blev plantedækket beregnet, hvilket giver "SDUVegCover". Den gennemsnitlige grøn farve værdi i området af plantevækst er også beregnet, hvilket er værdien for "SDUMeanGreen". Lignende foranstaltninger blev defineret for de røde, blå og nærinfrarøde farveværdier.

I det efterfølgende data arbejde blev data fra "SDUVegCover" anvendt til udarbejdelse af dosis / respons modeller.



## Metode:

Forsøget blev udført på roer og raps, hvor roerne skulle foregive at være afgrøde og raps ukrudt. Raps blev valgt som ukrudt i dette forsøg fordi rapsplanterne har et særdeles veludviklet vokslag og afsætning af herbicid på planter anses for at være relativt svær. Desuden er raps en problemukrudt i roer da raps og roer begge er tokimbladet og derfor kan kemisk selektiv bekæmpelse være vanskelig.

Parcellerne blev sået i renbestand, hvilket blev udført den 29-03-2012 for begge arters vedkommende.

Forsøget var forinden (27-03-2012) gødet med 450 kg NPKS 22-2-13-3 per hektar. Herbicidsprøjtningerne blev udført ved 3 datoer, som ses i tabel 2.

Skanningen med SDUKameraet blev udført ved 2 datoer, den 23-05-2012 og den 30-05-2012.

I forsøget er logaritmesprøjtning kædet sammen med semiautomatisk metoder for at vurdere fem herbiciders virkning på roer og ukrudt samt virkning ved brug af tre forskellige additiver. Forsøget benyttede fem herbicider, udsprøjtet en gang med forskelligt additiv – doseringer kan aflæses i tabel 1 og 2.

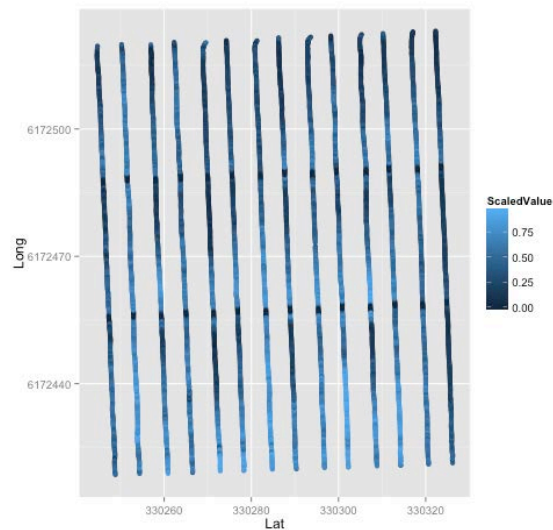
Det var ikke for at se bekæmpelsens ud fra et praktisk synspunkt, men for at se hvor meget roer og ukrudt blev skadet ved høje doseringer og undersøge om man kunne analysere almindelige avancerede kameraoutput (SDUKamera) på en sådan måde, at de afspejlede virkningen af sprøjtningen.

**Tabel 1: Oversigt over de anvendte herbicider og additiver, samt deres maks-dosering. Det bemærkes at dosering for additiverne Dash HC og Penol holdes konstant på 0,5 l/ha.**

| Herbicide:   | Additiv l/ha                 |       |                        |                      |                      |
|--------------|------------------------------|-------|------------------------|----------------------|----------------------|
|              | Total dosering (l el. g/ha.) | Ingen | Dash HC per sprøjtning | Renol per sprøjtning | Penol per sprøjtning |
| Safari       | 28 g/ha                      | 0     | 0,5 l/ha               | 0,5 l/ha             | 0,5 l/ha             |
| Betanal      | 14 l/ha                      | 0     | 0,5 l/ha               | 0,5 l/ha             | 0,5 l/ha             |
| Ethosan SC   | 0,44 l/ha                    | 0     | 0,5 l/ha               | 0,5 l/ha             | 0,5 l/ha             |
| Goltix SC700 | 4,5 l/ha                     | 0     | 0,5 l/ha               | 0,5 l/ha             | 0,5 l/ha             |
| Command      | 0,8 l/ha                     | 0     | 0,5 l/ha               | 0,5 l/ha             | 0,5 l/ha             |

**Tabel 2: Oversigt over de anvendte herbicider og tidspunkt for sprøjtning samt den givne dosering. Nederst ses total mængde af det givne herbicide (ses også i tabel 1). Dosering af additiv var for alle sprøjtninger på 0,5 l/ha af enten; Dash HC, Renol eller Penol. Desuden indgik også et led uden tilsætning af additiv.**

| Dato for sprøjtning: | Herbicide og dosering: |          |             |               |          |
|----------------------|------------------------|----------|-------------|---------------|----------|
|                      | Safari:                | Betanal: | Ethosan SC: | Goltix SC700: | Command: |
| 17-04-2012           | -                      | 5 l/ha   | -           | -             | 0,4 l/ha |
| 08-05-2012           | 28 g/ha                | 4,5 l/ha | 0,22 l/ha   | -             | -        |
| 14-05-2012           | -                      | 4,5 l/ha | 0,22 l/ha   | 4,5 l/ha      | 0,4 l/ha |
| Total mængde:        | 28 g/ha                | 14 l/ha  | 0,44 l/ha   | 4,5 l/ha      | 0,8 l/ha |

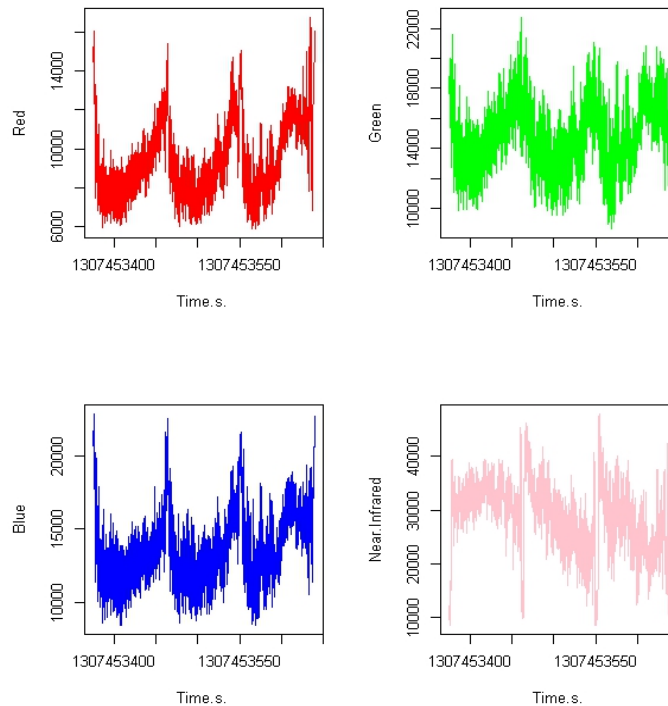


**Figur 9: GPS-kordinaterne fra SDUKameraet og værdien for "ScaledValue".**

På figur 12 ses GPS-kordinaterne fra SDUKameraet og "ScaledValue" er angivet ved farven blå. Afhængig af biomasse reduceres den blå farve fra mørke blå til lyseblå ved henholdsvis kraftig biomasse til svag eller ingen biomasse.

På figur 13 næste side, ses skanning af rød, grøn, blå og infrarøde kanaler for tre sprøjtninger der ligger i forlængelse af hinanden den. Tidsaksen bliver konverteret til en afstandsakse i meter, når kordinaterne for såmaskine og skanning er køres sammen.

Kameraet er stadig under udvikling, så der er endnu ingen publicerede dokumentation for, hvorledes det virker. I hovedtræk er det et almindelig kamera, som tager et såkaldt RGBNir billede, der vil manifestere sig som et billede i den klassiske forstand. Fra dette billede separeres R (Rød kanal), G(grøn kanal) og Nir (Nær infrarødt kanal). For at dække et større område er der monteret to kameraer, så man får et større billedfelt (se skanneren i funktion i Figur 10).



Figur 10: skanning af rød, grøn, blå og infrarøde kanaler for tre sprøjtninger der ligger i forlængelse af hinanden 2011 forsøg.

Data fra SDUkameraet blev sammenkørt med de korrekte navne på herbicider og additiver i statistik programmet "R" (R Development Core Team 2010). Doseringerne blev normaliseret så de i alle tilfælde varierede fra 0 – 1. Doseringskurverne blev modelleret og tilhørende visuelle residualer undersøgt. ED- estimater blev fundet og omregnet til den faktiske givne dosering i marken, ved at multiplicere den normaliseret ED-estimat med den maksimale dosering for det givne herbicid.

## Resultater:

Nedenfor fremvises tabeller hvor gennemsnits estimerne for ED50-værdien for de 3 gentagelser af hver kombination. Gennemsnitsetimatet er vægtet i forhold til spredningen, dvs. stor spredning lille vægtning. Desuden er 95% konfidensinterval også angivet. Da der ikke kunne ses nogen effekt forskel med Renol, blev denne ikke medtaget i resultatafsnittet. Ved første skanning i roer og raps blev der ikke gennemført målinger med SDUkameraet på samtlige kombinationer med Penol. Derfor mangler der resultater for Renol i den første skanning.

Modellerne er kørt i "R" ved brug af ikke lineær regressionsmodeller med "DRC"-pakken (R Development Core Team 2010). P-værdierne for hver af grupperne (roer 01-skanning, raps 01-skanning, roer 02-skanning

og raps 02-skanning) er angivet under hver tabel (p-værdi <0,05 der er en signifikant forskel mellem behandlingerne i gruppen; p-værdi >0,05 der er ikke en signifikant forskel mellem behandlingerne i gruppen).

**Tabel 3: Oversigt over ED50 estimater med tilhørende standard error og 95% konfidensinterval for kombinationer af herbicid og additiv ved første(01) skanning i Roer.**

| <i>Roer – 01 skanning (23-05-2012)</i> ----- |               |                   | 95% Konfidensinterval: |        |
|--|---------------|-------------------|------------------------|--------|
| Kombination af herbicid/additiv:             | Estimat ED50: | Std. Error. ED50: | 2.5%:                  | 97,5%: |
| Betanal/Dash                                 | 1.06          | 0.15              | 0.717                  | 1.402  |
| Betanal/Penol                                | 0.21          | 0.00              | 0.198                  | 0.231  |
| Command/Dash                                 | 0.01          | 0.00              | -0.005                 | 0.025  |
| Ethosan/Dash                                 | 0.05          | 0.01              | 0.030                  | 0.079  |
| Goltix/Dash                                  | 0.07          | 0.00              | 0.062                  | 0.078  |
| Safari/Dash                                  | 0.64          | 0.08              | 0.458                  | 0.831  |
| Safari/Penol                                 | 2.28          | 0.99              | 0.127                  | 4.434  |

**Tabel 4: p-værdi for anova test for modellen med Roer ved første(01) skanning.**

| Analyse metode:              | P-værdi:  |
|------------------------------|-----------|
| ANOVA (Analysis of Variance) | 5.059e-12 |

**Tabel 5: Oversigt over ED50 estimater med tilhørende standard error og 95% konfidensinterval for kombinationer af herbicid og additiv ved første(01) skanning i Raps.**

| <i>Raps -01 skanning (23-05-2012)</i> ----- |               |                   | 95% Konfidensinterval: |        |
|---|---------------|-------------------|------------------------|--------|
| Kombination af herbicid/additiv:            | Estimat ED50: | Std. Error. ED50: | 2,5%:                  | 97,5%: |
| Betanal/Dash                                | 0.89          | 0.58              | -0.373                 | 2.154  |
| Betanal/Penol                               | 0.87          | 3.19              | -6.093                 | 7.837  |
| Command/Dash                                | 0.01          | 0.05              | -0.113                 | 0.140  |
| Ethosan/Dash                                | 0.01          | 0.06              | -0.125                 | 0.155  |
| Goltix/Dash                                 | 0.28          | 1.94              | -3.967                 | 4.527  |
| Safari/Dash                                 | 0.40          | 1.00              | -1.782                 | 2.596  |
| Safari/Penol                                | 0.52          | 1.05              | -1.782                 | 2.833  |

**Tabel 6: p-værdi for anova test for modellen med Raps ved første(01) skanning.**

| Analyse metode:              | P-værdi: |
|------------------------------|----------|
| ANOVA (Analysis of Variance) | 0.8691   |

**Tabel 7: Oversigt over ED50 estimater med tilhørende standard error og 95% konfidensinterval for kombinationer af herbicid og additiv ved anden(02) skanning i Roer.**

| <i>Roer -02 skanning (30-05-2012)</i> ----- |               |                   | 95% Konfidensinterval: |        |
|---|---------------|-------------------|------------------------|--------|
| Kombination af herbicid/additiv:            | Estimat ED50: | Std. Error. ED50: | 2,5%:                  | 97,5%: |
| Betanal/Dash                                | 2.633e-01     | 2.639e+02         | 554                    | 554    |
| Betanal/Penol                               | 2.219e-01     | 3.349e+01         | 70                     | 70     |
| Command/Dash                                | 1.626e-02     | 3.178e+01         | -66                    | 66     |
| Command/Penol                               | 6.040e+01     | 1.423e+01         | 30                     | 90     |
| Ethosan/Dash                                | 7.111e-03     | 1.342e+01         | -28                    | 28     |
| Ethosan/Penol                               | 6.333e-03     | 1.162e+01         | -24                    | 24     |
| Goltix/Dash                                 | 1.075e-01     | 1.060e+02         | -222                   | 222    |
| Goltix/Penol                                | 7.981e-02     | 1.213e+02         | -254                   | 254    |
| Safari/Dash                                 | 9.690e-01     | 1.670e+03         | -3507                  | 3509   |
| Safari/Penol                                | 1.606e+00     | 3.687e+03         | -7745                  | 7748   |

**Tabel 8: p-værdi for anova test for modellen med Roer ved anden(02) skanning.**

| Analyse metode:              | P-værdi: |
|------------------------------|----------|
| ANOVA (Analysis of Variance) | 0.1332   |

**Tabel 9: Oversigt over ED50 estimater med tilhørende standard error og 95% konfidensinterval for kombinationer af herbicid og additiv ved anden(02) skanning i Raps.**

| <i>Raps -02 skanning (30-05-2012)</i> ----- |               |                   | 95% Konfidensinterval: |        |
|---|---------------|-------------------|------------------------|--------|
| Kombination af herbicid/additiv:            | Estimat ED50: | Std. Error. ED50: | 2,5%:                  | 97,5%: |
| Betanal/Dash                                | 0.43          | 1.22              | -2.135                 | 3.013  |
| Betanal/Penol                               | 0.15          | 1.11              | -2.209                 | 2.514  |
| Command/Dash                                | 0.38          | 0.07              | 0.219                  | 0.548  |
| Command/Penol                               | 0.01          | 0.05              | -0.101                 | 0.135  |
| Ethosan/Dash                                | 0.02          | 0.07              | -0.147                 | 0.180  |
| Ethosan/Penol                               | 0.03          | 0.02              | -0.021                 | 0.090  |
| Goltix/Dash                                 | 0.09          | 0.09              | -0.105                 | 0.302  |
| Goltix/Penol                                | 0.04          | 0.12              | -0.208                 | 0.299  |
| Safari/Dash                                 | 0.72          | 2.04              | -3.594                 | 5.042  |
| Safari/Penol                                | 0.32          | 0.54              | -0.810                 | 1.468  |

**Tabel 10: p-værdi for anova test for modellen med Raps ved anden(02) skanning.**

| Analyse metode:              | P-værdi: |
|------------------------------|----------|
| ANOVA (Analysis of Variance) | 0.02998  |

På figuren nedenfor (fig. 14) ses et doseringsforløb i roerne. De ses tydeligt hvordan at effekten øges hen af parcellen. Logaritmesprøjtningen er udført med start fra forrest i billedet og en faldende dosering fremad.



**Figur 11: Billedet viser et doseringsforløb i roer, udført med logaritmesprøjtningen.**

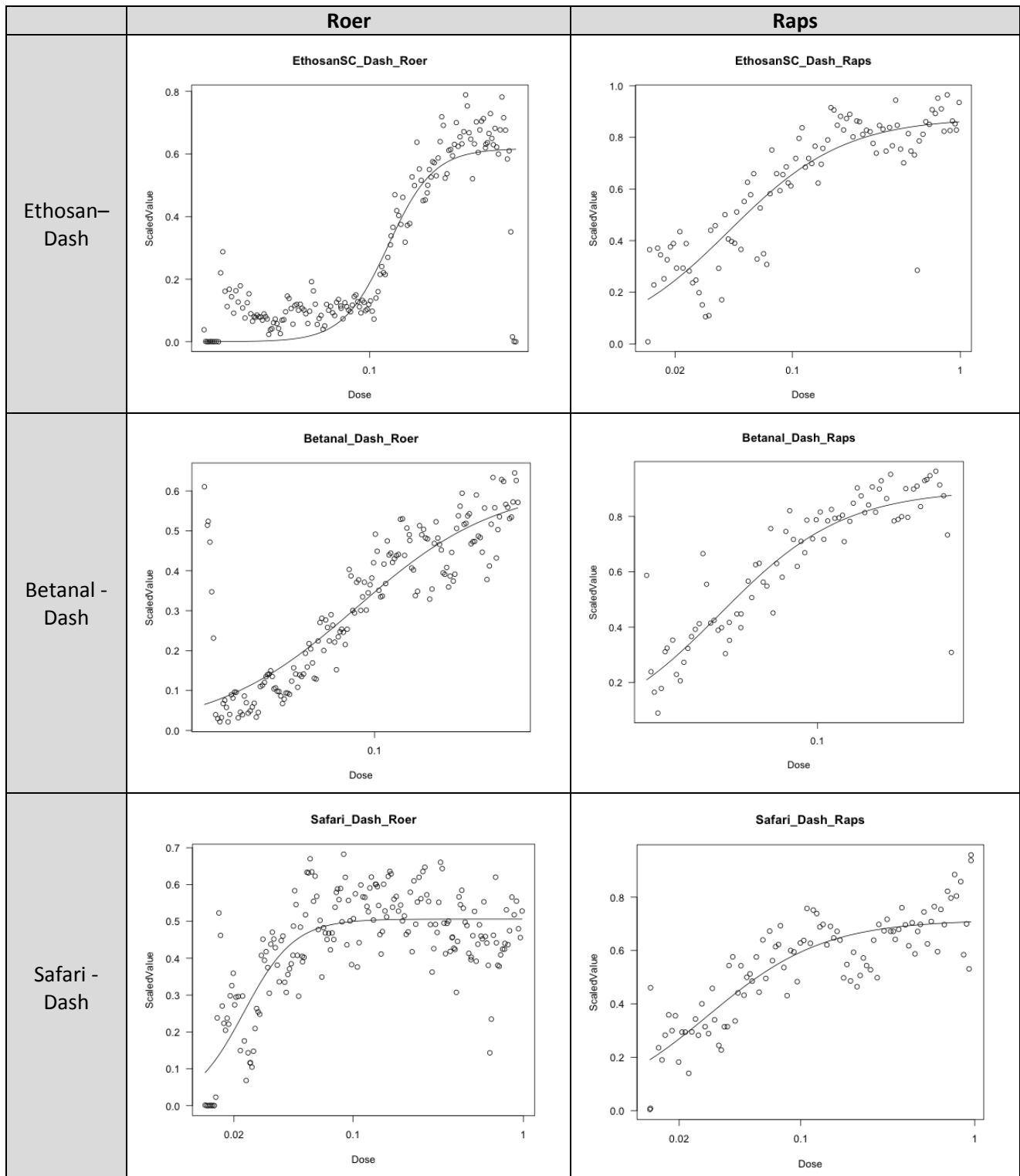
Ud fra ED50 estimaterne og p-værdien for ANOVA-tests kan vi se resultaterne af de forskellige kombinationer af herbicider og additiver. Tidspunkterne for skanning var 01-skanning den 23-05-2012 og 02-skanning den 30-05-2012. 01-skanning roer kunne der ses en signifikant effekt forskel mellem behandlingerne, hvilket afspejles i p-værdien på  $5.059e-12$  og i 02-skanning af raps kunne der ligeledes ses en signifikant forskel mellem behandlingerne og ANOVA-test angiver en p-værdi på 0.02998, som er signifikant dog ikke på samme niveau som 01-skanning i roer. Denne p-værdi skyldes konfidensintervallet for Command/Dash kombination, da 0 netop ikke indgår. De andre to grupper, dvs. raps 01-skanning og roer 02-skanning kunne der ikke ses en signifikant effekt forskellen mellem behandlingerne og disse var derfor ikke signifikante med p-værdier på henholdsvis 0.8691 og 0.1332, hvilket formentlig skyldes at effekten er aftaget efterhånden.

På figuren nedenfor (fig. 15) ses et doseringsforløb i raps med en faldende dosering fra forrest i billedet og fremad. Parcellen er sprøjtet med Command CS og det bemærkes ved den karakteristiske hvid-gule "blegning" af bladene som er speciel ved herbicider der blokerer for karotenoid dannelsen.



**Figur 12: Billedet viser et doseringsforløb i raps, udført med logaritmesprøjten.**

På figur 16 nedenfor ses dosis – respons kurver for udvalgte behandlinger alle med additiv Dash HC.



Figur 16: Dosis - respons kurver for bedømmelse af biomasse med "SDUVegCover". x-aksen er en logaritmisk skala og viser doseringen. Y-aksen viser bedømmelse af biomasse.



## Diskussion:

Der ses en tydelig signifikant effekt forskel af behandlingerne ved første skanning i roerne. Ved første skanning i roerne går ED50-estimerne fra 0.01 l/ha ved kombination Command/Dash til 2.28 l/ha ved kombination Safari/Penol. Ved første skanning i roerne ses en øget effekt ved brug af Penol i kombination med Betanal end ved Betanal og Dash, samtidig ses det modsatte ved Safari hvor effekten er størst ved brug af Dash som additiv i forhold til ved tilsætning af Penol. Det bemærkes dog at 95% konfidensintervallet for kombination Safari og Penol er relativt stort (0.127 til 4.434) i forhold til 95%konfidensintervaller for de andre kombinationer ved første skanning i roerne.

Ved første skanning af raps er der ikke en signifikant effekt forskel mellem behandlinger med kombinationer af herbicider og additiver. Der ses en lille forskel i ED50-estimerne for effekt forskellen mellem additiverne Penol og Dash i kombination med herbiciderne Betanal og Safari. 95% konfidensintervallene overlapper hinanden i ED50-estimerne for effekten af netop disse kombinationer.

Ved anden skanning af roerne ses der ingen signifikant effekt forskel mellem herbicider behandlingerne. Den signifikante forskel der var ved første skanning, 7 dage tidligere (23-05 – 30-05) var forsvundet. Det vil sige at virkningen af behandlingerne muligvis nok er aftaget på de 7 dage. 95% konfidensintervallerne er alle meget store og der ses ingen tendens i en forskel i ED50-estimerne afhængig af anvendt additiv (Dash/Penol).

Ved anden skanning af raps finder vi en svag signifikant forskel mellem behandlingerne med en p-værdi på 0,02998, hvilket er signifikant ( $p$ -værdi  $< 0,05$ ). Det tyder på at effekten på rapsplanterne først optræder lidt senere efter sprøjtning, hvilket vi så modsat ved roerne. Dog skal det siges at forskellen er svag signifikant, men signifikant. Det skal yderligere bemærkes at der er sandsynlighed for at den givne p-værdi bliver påvirket af Command/Dash kombination da dennes 95%-konfidensinterval ikke inkluderer 0. Derfor bliver der en signifikant effekt forskel mellem behandlingerne. Ved samtlige andre kombinationer indgår 0 i konfidensintervallet og derfor kan der ikke konkluderes noget om en signifikant effekt forskel mellem disse behandlinger. Det ses at samtlige ED50-estimer er lavere ved brug af Penol som additiv i forhold til Dash. 95% konfidensintervallene overlapper i flere af kombinationer hinanden, hvilket gør at den forskel der er i ED50-estimerne mellem Dash behandlinger og Penol behandlinger ikke skal tillægges større værdi. Her er en del af ED50- værdierne ikke forskellig fra nul (Deres konfidensintervaller går fra – til +.)

Hvis vi kigger på de grafiske fremstillinger af resultaterne i form af dosis – respons kurverne fremkommet af data fra skanning med SDU-kameraet må det siges at data er yderst anvendelig til at modellere dosis-respons kurver med. Den form for skanning af parcellerne gør arbejdet lettere for forsøgsmedarbejdere,

samtidig med at bedømmelsen bliver mere præcis og ensformet, samt at der er ingen subjektiv faktor indblandet som ved visuel bedømmelse. Dog kan metoden have negative sider I det eventuelle fejl på målinger kan være svære at opdage og der er derfor potentiel en risiko for at analysere på forkerte data. Sådanne risiko vil der dog altid være ved databehandling. En fordel og måske også ulempe, ved brug af SDU-kameraet til måling af skader på plantemassen, er den enorme mængde af data der fremkommer. Ved dette forsøg var datasættet på 7.8Mb, hvilket må anses for stort når der gemmes i en excel csv.fil. Ved så store datasæt er der en indlysende fordel i at mange målinger giver et sikre og mere troværdigt output, dog kan det være lidt besværligt at overskue et sådan datasæt, især hvis det skal køres ind i andre software programmer.

## Konklusion:

Ud fra logaritme-forsøget i forsommeren 2012 i roer og raps, kan vi konkludere at ved første skanning i roer og ved anden skanning i raps var der signifikant effekt mellem nogle af behandlingerne. Ved første skanning i raps og ved anden skanning i roer var der ingen signifikant effekt mellem de forskellige behandlingskombinationer af herbicider og additiver. Der kan ikke konkluderes noget sikkert omkring en signifikant forskel mellem additiverne Dash og Penol, da der ikke synes at være nogen sammenhæng i ED50-estimerne mellem additiverne.

Det kan konkluderes at SDUkameraet fungerer efter hensigten og det er muligt at anvende denne til bedømmelse af logaritmesprøjtetforsøg i afgrøder som roer og raps. SDUkameraet kan enten anvendes som et supplement til en visuel bedømmelse eller bruges som eneste bedømmelse. Målingerne giver et godt overblik over doseringsforløbet ved logaritmesprøjtningen og ved "fitting" i "R".

## Kilder:

Cioni, F. and Maines, G. (2010): Weed Control in Sugarbeet. Review article in *Sugar Tech* 12: 243-255

Green, J.M. and Beestman, G.B. (2007): Recently patented and commercialized formulation and adjuvant technology. *Crop Protection*, Volume 26: 320-327.

Hazen, J. L. (2000): Adjuvants: Terminology, Classification, and Chemistry. *Weed Technology*, Volume 14, No. 4: 773-784.

Jensen, J.E. (2004): Udførelse og opgørelse af forsøg med logaritmesprøjte. *Landscentret Planteavl*.

Kudsk, P. (2000): Additivers indflydelse på effekten af pesticider i Seminar om Planteværn 2000 – Landbrugsafgrøder. Landskontoret for planteværn, Skejby. Videncentret for landbrug (VFL), Skejby, Denmark. Available at: [www.vfl.dk](http://www.vfl.dk)

R Development Core Team (2010): R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.

Rosso, F., Meriggi, P., and Paganini, U. (1996): Barbabietola da zucchero: tecniche operative per il controllo delle erbe infestanti. *Terra e Vita* 5(suppl.): 14-19

Schweizer E.E. and Dexter A.G. (1987): Weed Control in Sugar Beet (*Beta vulgaris*) in North America. *Review of Weed Science* 3: 1133