



# Udførelse og opgørelse af forsøg med logaritmesprøjte

Torben Pedersen <sup>a</sup>

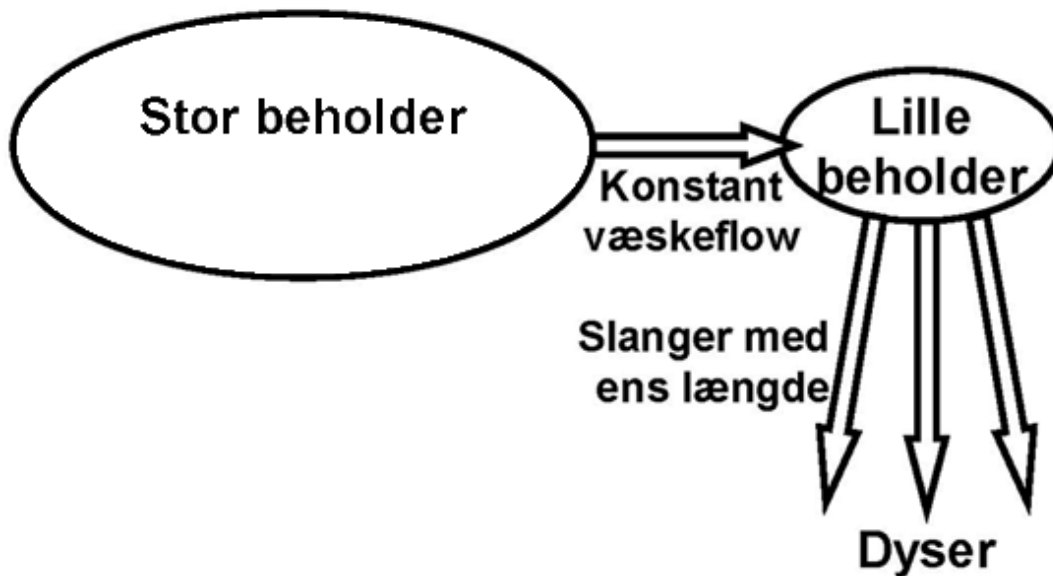
<sup>a</sup> Teknologisk Institut

## Hvorfor logaritmesprøjte?

Logaritmesprøjten anvendes i screeningsforsøg, hvor effekten af midler med forskellig dosis ønskes undersøgt. Metoden er især effektiv, når det gælder om at samle erfaringer med bekæmpelse af ukrudtsarter, der enten er sjældent forekommende eller forekommer pletvis på et areal. Ligeledes anvendes logaritmesprøjte ved screeningsforsøg, hvor midlets påvirkning af afgrøden undersøges. Med logaritmesprøjten kan man dække en stor variation i dosis på et lille område i marken, og derfor få et stort udbytte af viden for en lille investering af tid. Logaritmesprøjtninger egner sig godt til demonstrationsformål, men kan i visse tilfælde også være egnet i forsøgssammenhæng.

## Hvordan virker logaritmesprøjten?

Logaritmesprøjter kan være konstrueret forskelligt, men i den enkleste udgave er princippet i sprøjten meget simpelt, se figur nedenfor. En lille beholder indeholder sprøjtevæske med en pesticid-koncentration, 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 (spredede-klæbemiddel eller penetreringsolie) eller en konstant koncentration af en blandingspartner til herbicidet i den lille beholder. Skal der tilsættes en konstant mængde af et middel (additiv eller andet), skal det tilsættes både den store og den lille beholder. Dette gøres lettest ved at opblende væsken til den store beholder først, og dernæst udtage en mindre mængde heraf, som det testede middel blandes op i (lille beholder). Forudsat konstant omrøring/opblending af væskerne i den lille beholder og ens slangelængder fra den lille beholder ud til dyserne, kan det vises, at en sådan sprøjte vil give en eksponentielt aftagende dosering.



Principskitse af en logaritmesprøjte.

Doseringsforløbet beskrives ved startdosen og halveringstiden, der er givet ved størrelsen af den lille beholder og væskeflowet. Halveringstiden er den tid det tager at reducere dosis til det halve. I marken vil man ved konstant kørehastighed få en halveringsafstand, som man kan udregne for hver enkelt sprøjtning som halveringsafstand = halveringstid · kørehastighed. Eksempelvis kan man for en sprøjte, hvor den lille beholder har et volumen på 0,320 liter og et væskeflow på 30 milliliter/sekund, vise at halveringstiden er ca. 7,5 sekund. Med en kørselshastighed på 1 meter/sekund bliver halveringslængden således 7,5 meter.

## Hvad er doseringen?

For at beregne doseringen ved en given afstand i parcellen skal start dosis og halveringstiden kendes. For en logaritmesprøjte hvor beholderen har en volumen på 0,320 l og et væskeflow på  $30 \text{ ml}\cdot\text{s}^{-1}$ , er halveringstiden:

$$L_{1/2} = \ln(2)/(30 \text{ ml}\cdot\text{s}^{-1} / 320\text{ml}) \approx 7,5 \text{ s}$$

Halveringsafstanden  $D_{1/2}$ :

$$D_{1/2} = L_{1/2} \cdot \text{hastighed} (\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$$

Med en hastighed på  $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  vil halveringsafstanden blive 7,5 meter.

For at beregne doseringen ( $y$ ) ved en given afstand ( $x$ ) og med start dosis ( $c_0$ ) benyttes denne formel:

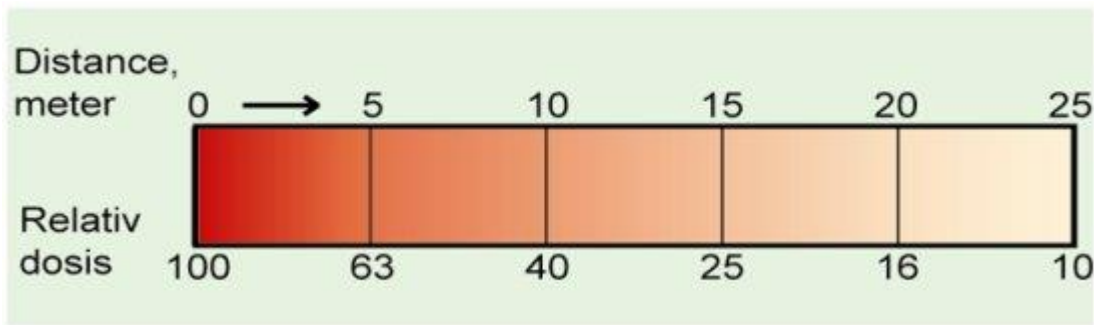
$$y = c_0 \cdot \exp(-k \cdot x)$$

hvor konstanten  $k$  beregnes ud fra  $D_{1/2}$ . Hvis  $D_{1/2}$  er 7,5 meter, er  $k = \ln(2)/7,5 = 0,09242$

Eksempel: parcellængden er 25 meter og start dosis er 1 l/ha, så vil slut dosis være

$$y_{25} = 1 \text{ l/ha} \cdot \exp(-0,09242 \cdot 25\text{m}) = 0,1 \text{ l/ha}$$

Tilsvarende finder vi, at doserne svarende til kørselsafstand 0, 5, 10, 15, 20 og 25 meter er henholdsvis 1,0, 0,63, 0,4, 0,25, 0,16 og 0,1 l/ha. I eksemplet varieres dosen således med en faktor 10 (se figur 2).



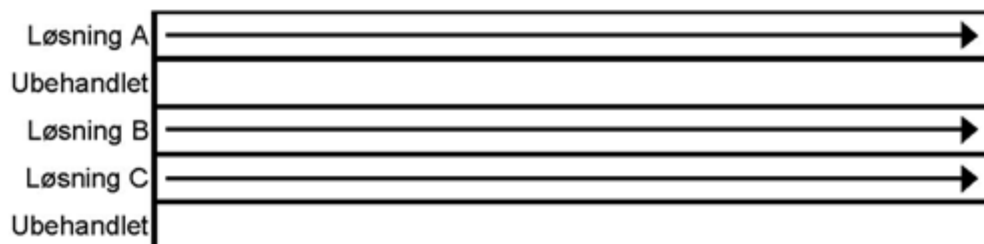
Figur 2. Skematisk præsentation af afstand i meter og den tilsvarende relative dosis.

## Udførelse af sprøjtning

Væsken til den store beholder bør fremstilles først, så pesticidet til den lille beholder kan opløses i samme væske, som er i den store beholder.

## Anlæg

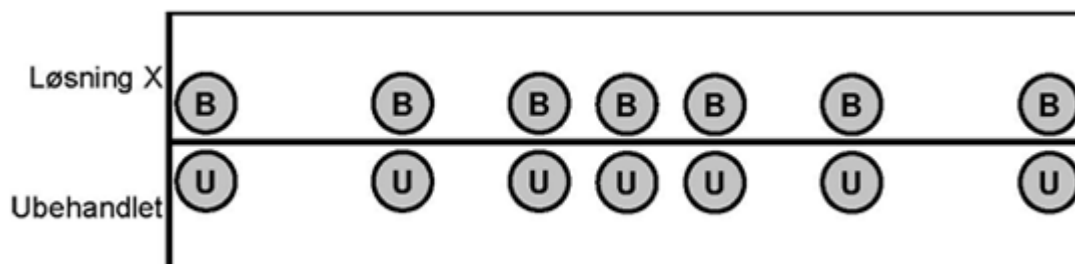
På et uhomogent areal er det en god ide at anlægge logaritmesprøjtede forsøg, således at der hele tiden er en ubehandlet parcel ved siden af en behandlet (se figur). På den måde reduceres risikoen for sammenligninger mellem f.eks. et behandlet område, hvor der tilfældigvis var lidt ukrudt og et ubehandlet område, hvor der er en stor ukrudtstæthed.



Det er altid godt at have gentagelser, men det kan være svært i logaritmesprøjtede forsøg, da de tit er anlagt på et afgrænset område i marken. De gentagne registreringer vil også til en vis grad kunne erstatte gentagelser af en og samme dosis.

## Optælling/vurdering af biomasse

Ved at have en ubehandlet nabostribe til den logaritmesprøjtede stribe kan man foretage parvis optællinger/vurderinger af biomasse. Ved optælling kan man tælle antallet af ukrudtsplanter i henholdsvis det ubehandlede område (vist som en ring med U) og det behandlede område (ring med B).



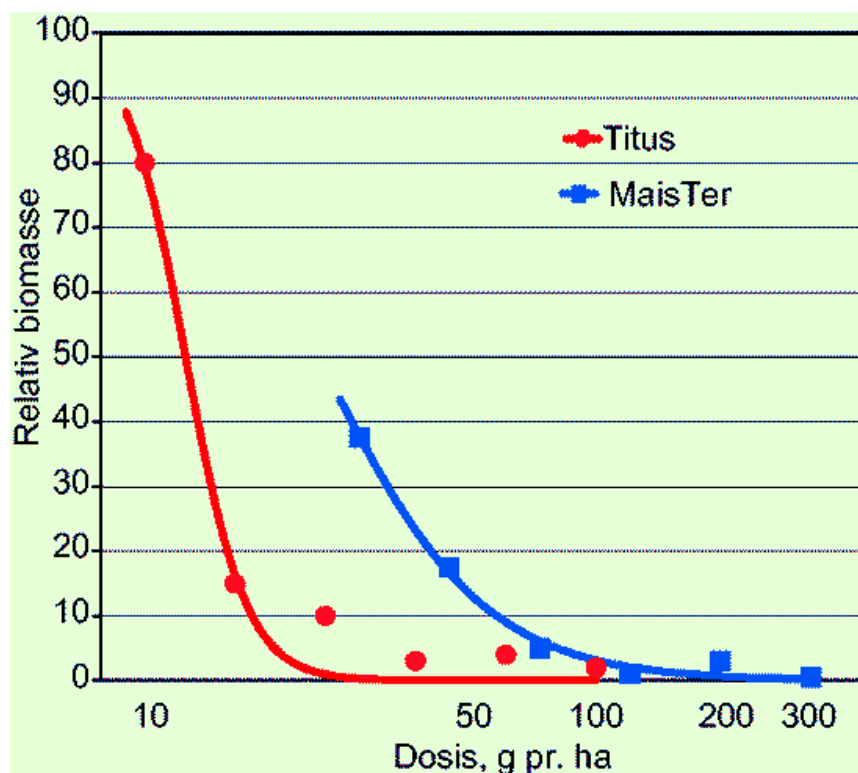
Figur. Optælling/vurdering af biomasse ved parvise sammenligninger, hvor optællings-felterne er tættest på den stejle del af doseringskurven (her er det antaget, at ED<sub>50</sub>-doseringen er omtrent i midten af parcellen).

Ved vurdering af biomasse sættes biomassen i det ubehandlede område til 100 og der vurderes en relativ biomasse i det behandlede nabo område.

I marken følges denne fremgangsmåde for registrering af ukrudtsbiomasse:

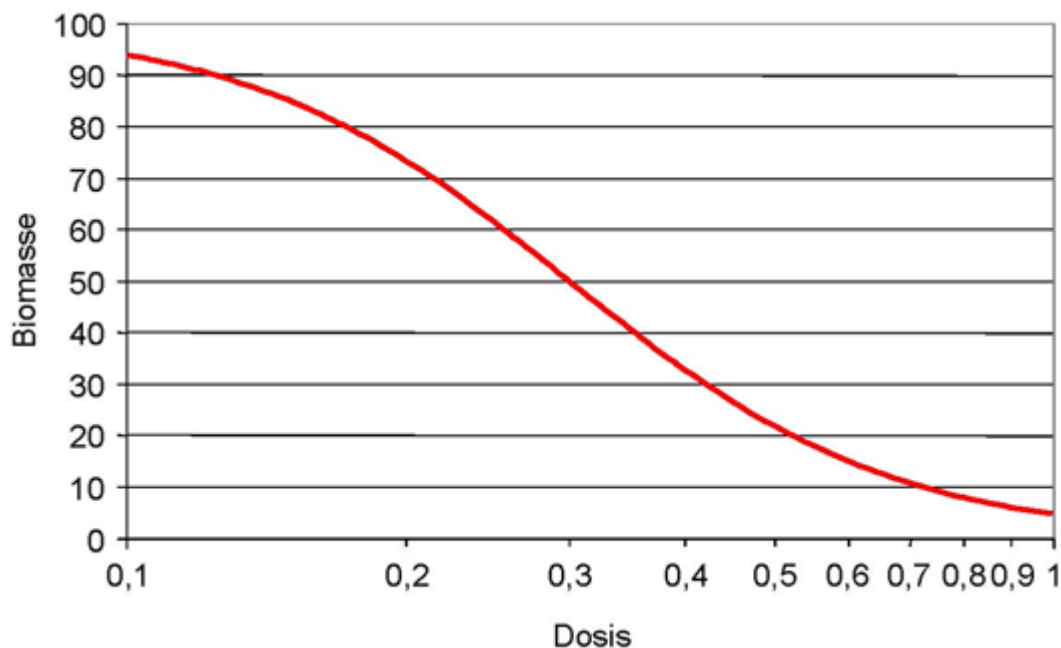
- Placer en pind eller lignende for hver anden meter gennem forsøget
- Registrer ukrudtsbiomassen i starten af forsøget (0 m)
- Lav detaljerede registreringer omkring det punkt, hvor effekten begynder at aftage (f.eks. for hver anden m).
- Lav en afsluttende registrering ved laveste dosis (25 m)

Det er vigtigt, at man ved optælling/vurdering af forsøget er opmærksom på, at data skal bruges til at tilpasse doseringskurven som vist nedenfor. Derfor bør man generelt lægge sine registreringspunkter, så de indberettede data bliver så retvisende som muligt for doseringskurvens forløb. Normalt vil 5-8 registreringer være nok til at sikre en tilstrækkelig detaljegråd.



Doseringskurver for Titus og MaisTer.

Hvis man har været dygtig - eller heldig - ved fastlæggelsen af doserne i parcellen, så dækker parcellen en stor del af doseringskurven fra ingen til fuld effekt, se figur nedenfor. I det viste eksempel får man en 50% reduktion af ukrudtsbiomassen ved en dosis på 0,3. Denne dosis kaldes også for  $ED_{50}$ -værdien. Vi ser, at kurven er stejlest omkring  $ED_{50}$ . Hvis kurven har en stor hældning omkring  $ED_{50}$ , siger vi, at doseringskurven er stejl. Hvis hældningen er lille, har vi en flad doseringskurve.



**Figur.** Typisk dosis-respons kurve for et herbicid med  $ED_{50}=0,3$  og en moderat hældning.

## Frøgræsforøg

I logaritmeforsøg udført i frøgræs er det interessant at undersøge afgrødens tålsomhed overfor et givent middel. Procent skade kan vurderes i forhold til afgrødeskade, stængeldannelse og frøsætning.

### Afgrødeskade

Den samlede mængde af biomasse, dvs. blade, stængler med mere, bedømmes i forhold til ubehandlet. Det vurderes, hvor biomassen er reduceret 100 %, 90 % osv. I forhold til ubehandlet.

### Stængeldannelse

Det vurderes, hvor antallet af stængler med aks eller top er reduceret med 100 %, 90 % osv. i forhold til ubehandlet.

### Frøsætning

Det vurderes, hvor antallet af frø pr. aks eller top er reduceret med 100 %, 90 % osv. i forhold til ubehandlet.

## Indrapportering af data – ukrudts- og frøgræsforøg

Hvis SEGES skal kunne bearbejde data fra logaritmepøjtede forsøg, er det vigtigt at de indberettede data er ensartede.

Grundoplysninger mv. fra forsøget indrapporteres i PC-Markforsøg. Det er for tiden desværre ikke muligt at indberette ukrudtsstillingerne eller kalibreringsdata for logaritmepøjten i PC-Markforsøg. De data skal derfor sendes separat til Teknologisk Institut, se forsøgsplan for detaljer.

Data registreres og indberettes via disse regneark:

- [Logaritmepøjting - opgørelsesskema, ukrudtsforøg](#)
- [Logaritmepøjting - opgørelsesskema, frøgræsforøg](#)

I regnearket findes også en skitse til anlæg af logaritme forsøg.

Regnearket indeholder skemaer, der egner sig til henholdsvis dataindtastning (plads til mange forsøg-sled), udskrivning på A-4 ark til registreringerne i forsøgsmarken samt til indtastning af kalibrerings-data for sprøjten.

Data indtastes i regnearket, inden det sendes til Teknologisk Institut. Filen navngives med plannr., løbenr. og måletid, f.eks. "091280707\_001\_P03.xls".

## Aflæsning af data

Resultaterne fra logaritme forsøgene i Landsforsøgene vil løbende blive lagt på nettet efterhånden som alle data er modtaget og analyseret.

Data fra logaritmesprøjtning kan ikke håndteres i NFTS. Derfor vil analyserede data blive vedhæftet som et billede under notater ved hvert enkelt forsøg.

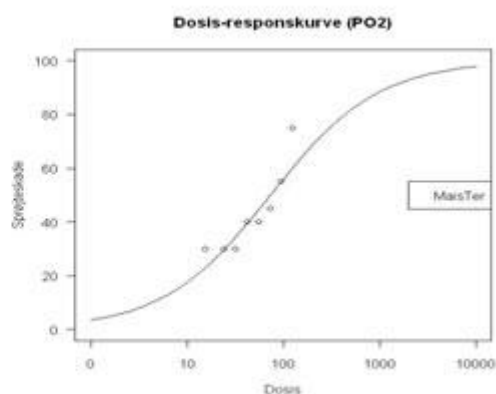
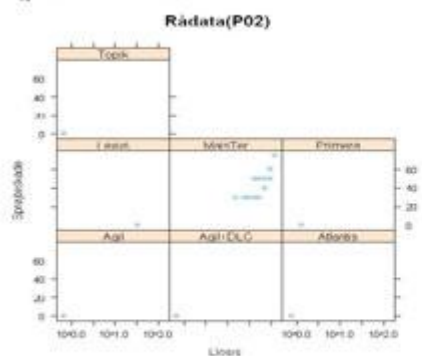
Eksempel på præsentation af behandlede data:

050340909-002 Behandlinger i 1. års rødsvingel efter høst af dæksæd - logaritmesprøjtning				
Afgrøde	Bedømmelses-tidspunkt	Middel:Skadesniveau	Estimate	Std. Error
Rødsvingel	P02	MaisTer:50	73,55	10,84
Rødsvingel	P02	MaisTer:10	4,33	2,34
Rødsvingel	P02	De andre behandlinger gav ingen sprøjteskade		
Rødsvingel	P03	MaisTer:90	81,18	6,13
Rødsvingel	P03	MaisTer:50	32,93	1,15
Rødsvingel	P03	MaisTer:10	13,36	1,22
Rødsvingel	P03	De andre behandlinger gav ingen sprøjteskade		
Rødsvingel	P04	MaisTer:90	97,50	17,77
Rødsvingel	P04	MaisTer:50	43,21	3,61
Rødsvingel	P04	MaisTer:10	19,15	3,64
Rødsvingel	P04	De andre behandlinger gav ingen sprøjteskade		
Rødsvingel	P05	MaisTer:10	107,91	9,86
Rødsvingel	P05	De andre behandlinger gav max en sprøjteskade 10.		
Rødsvingel	P06	Hussar:90	0,27	0,03
Rødsvingel	P06	Hussar:50	0,14	0,01
Rødsvingel	P06	Hussar:10	0,08	0,01
Rødsvingel	P06	Monitor:50	14,47	0,48
Rødsvingel	P06	Monitor:10	7,41	0,57
Rødsvingel	P06	Atlantis:50	0,61	0,02
Rødsvingel	P06	Atlantis:10	0,31	0,03
Rødsvingel	P06	MaisTer:90	71,69	6,67
Rødsvingel	P06	MaisTer:50	27,09	1,12
Rødsvingel	P06	MaisTer:10	10,24	1,09
Rødsvingel	P07	MaisTer(Led7):90	132,5324	9,8766
Rødsvingel	P07	MaisTer(Led7):50	84,42171	2,9052
Rødsvingel	P07	MaisTer(Led7):10	53,77571	5,2034
Rødsvingel	P07	Hussar(Led12):90	0,538032	0,1596
Rødsvingel	P07	Hussar(Led12):50	0,172005	0,0171
Rødsvingel	P07	Hussar(Led12):10	0,054989	0,0087

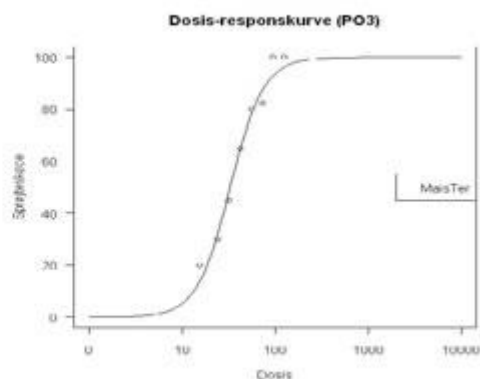
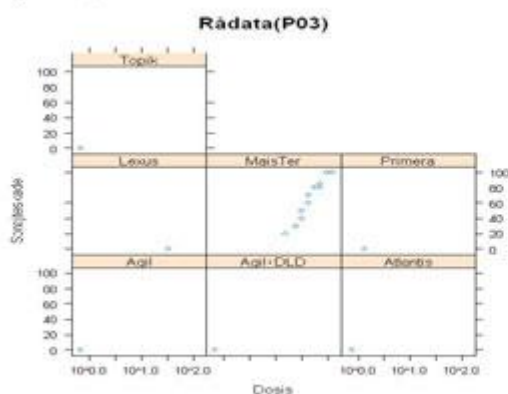
Rødsvingel	P07	Monitor(Led13):90	26,58674	3,0092
Rødsvingel	P07	Monitor(Led13):50	10,69815	0,503
Rødsvingel	P07	Monitor(Led13):10	4,304792	0,4847
Rødsvingel	P07	Atlantis(Led15):90	1,675964	0,3335
Rødsvingel	P07	Atlantis(Led15):50	0,654269	0,0432
Rødsvingel	P07	Atlantis(Led15):10	0,255416	0,0332
Rødsvingel	P07	MaisTer(Led16):90	59,3766	6,0917
Rødsvingel	P07	MaisTer(Led16):50	30,09141	1,2095
Rødsvingel	P07	MaisTer(Led16):10	15,25	1,5235
Rødsvingel	P07	Atlantis(Led6):90	1,72928	0,7713
Rødsvingel	P07	Atlantis(Led6):50	0,998315	0,1874
Rødsvingel	P07	Atlantis(Led6):10	0,576328	0,0659
Rødsvingel	P07	Lexus(Led3):90	37,558	105,5973
Rødsvingel	P07	Lexus(Led3):50	34,92602	46,1199
Rødsvingel	P07	Lexus(Led3):10	32,47848	5,5693
Rødsvingel	P07	De andre behandlinger gav max en sprøjteskade 5.		

Hver måletid (P-tid) er afbilledet i to figurer:

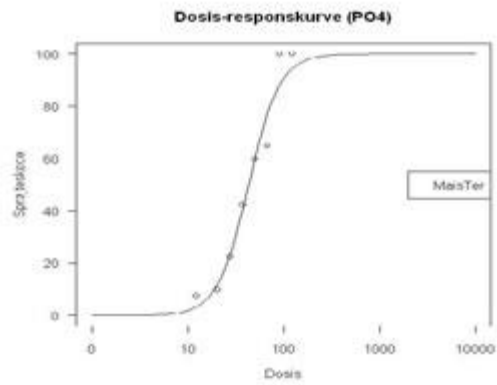
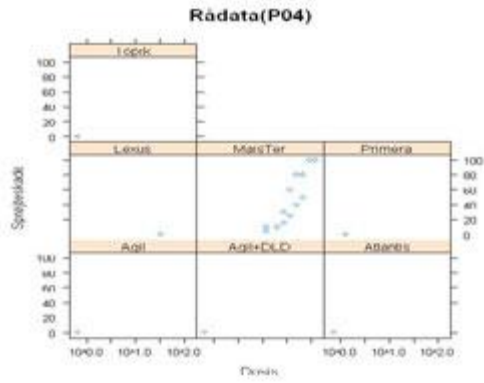
Figurer tilhørende P02



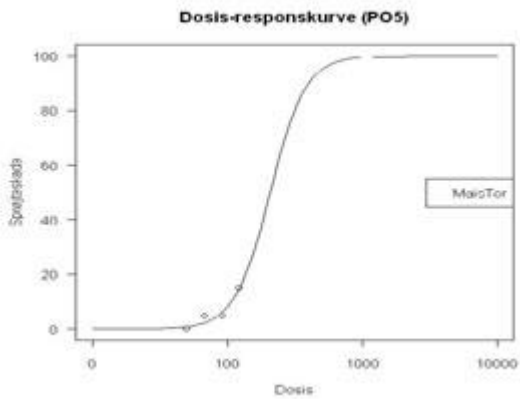
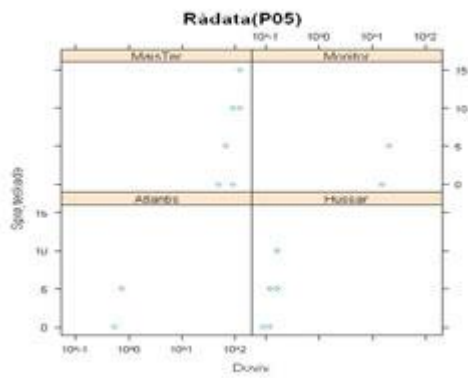
Figurer tilhørende P03



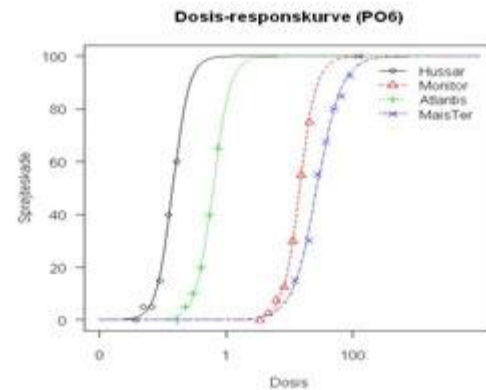
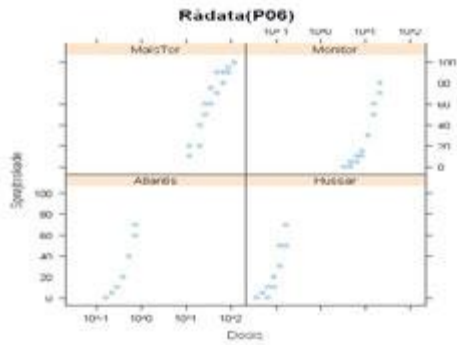
Figurer tilhørende P04



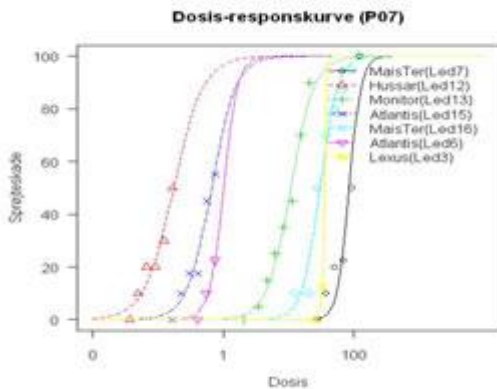
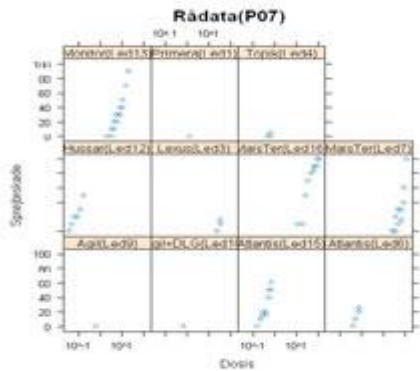
Figurer tilhørende P05



Figurer tilhørende P06



Figurer tilhørende P07





- Rådata, hvor måleparameteren er afbilledet (f.eks. sprøjteskade eller effekt på ukrudt) som funktion af den enkelte dosis for hver behandling.
- Dosis-responskurver for de enkelte behandlinger

NB: Dosis er angivet på logaritmisk skala.

ED10: Den dosis, som giver en skade på 10%.

ED50: Den dosis, som giver en skade på 50%.

ED90: Den dosis, som giver en skade på 90%.

Hvis alle ED-værdier ikke er oplyst i resultaterne, skyldes det, at den tilhørende dosis, ligger uden for det normale dosisinterval.

Nogle behandlinger forårsagede så stor/lille effekt, at analysen ikke kunne laves. Derfor ses disse behandlinger ikke som dosis-respons kurver.

## Offentliggørelse af data

Når data er analyseret, offentliggøres de løbende på enkeltforsøget under notater på "enkeftforsøgene".

Logaritme-forsøg skal ses som screeningsforsøg til at vurdere afgrøders/ukrudtsarters følsomhed over for forskellige midler. Resultaterne er vejledende og til egen orientering. Det er vigtigt at påpege, at resultaterne på ingen måde må bruges i rådgivningsmæssige sammenhænge.

Spørgsmål vedr. resultater kan rettes til [Barthold Feidenhans](#)<sup>1</sup> eller [Jens Erik Jensen](#)