



# FarmTest

## Effekter ved øget hastighed ved marksprøjtning

Maskiner og planteavl 115



Titel: Effekter ved øget hastighed ved marksprøjtning  
Forfatter: Niels Enggaard Klausen, AgroTech  
Thyge Lauge Jørgensen, Videncentret for Landbrug  
Review: Michael Højholdt, Videncentret for Landbrug  
Layout: Gitte Bomholt, AgroTech  
Marianne Kalriis, Videncentret for Landbrug  
Tryk: Videncentret for Landbrug  
Udgave: 1. udgave, februar 2011  
Oplag: 20 stk.  
Udgiver: Videncentret for Landbrug  
Agro Food Park 15, Skejby  
8200 Århus N  
Telefon 8740 5000 | Fax 8740 5010  
E-mail [farmtest@vfl.dk](mailto:farmtest@vfl.dk)  
[www.farmtest.dk](http://www.farmtest.dk)  
ISSN 1601-6777

# Effekter ved øget hastighed ved marksprøjtning

Af Niels Enggaard Klausen, AgroTech og  
Thyge Lauge Jørgensen, Videncentret for Landbrug

Det Europæiske Fællesskab og Fødevareministeriet ved Direktoratet for Fødevare-  
Erhverv har deltaget i finansieringen af denne FarmTest.



## INDHOLD

---

1. Sammen drag og konklusion.....	4
2. Baggrund og formål .....	6
Formål.....	6
3. Farmtestens gennemførelse .....	7
Metode, materialer og sprøjteudstyr .....	7
Vårbyg og ukrudt på forsøgsarealerne.....	8
Valg af middel samt opgørelse af effekt.....	9
Behandling af data .....	12
Sporstof viser dråberne.....	13
4. Resultater.....	14
Effekt af behandlingerne .....	14
Afsætning af sprøjtevæsken på planterne .....	15
5. Diskussion og anbefalinger.....	18
Vindhastigheden ved udførelse.....	18
Risici ved høj hastighed .....	18
Anbefalinger.....	19
6. Konklusion .....	21
Bilag 1. Statistisk analyse af data fra FarmTesten .....	22
Metode.....	22
Appeniks: .....	27
Bilag 2. Billeder .....	32

## 1. SAMMENDRAG OG KONKLUSION

I foråret 2010 er der udført en FarmTest med ukrudtssprøjtning i vårbyg på to lokaliteter ved 6, 12 og 18 km/t. Kørehastigheden er det parameter, hvormed kapaciteten kan øges uden at foretage store investeringer, og FarmTesten demonstrerer hvilke fordele og ulemper der knytter sig til hurtig kørsel med en traditionel marksprøjte.

Formålet var at vurdere kørehastighed og dråbestørrelsens indvirkning på bekæmpelseseffekten ved ukrudtssprøjtning, samt at udarbejde anbefalinger om, hvornår høj hastighed kan tilrådes, og hvornår høj hastighed ikke bør anvendes.

Vårbyggen var i vækststadiet 22, og ukrudtet havde op til fire løvblade. Middelvinden var ved alle sprøjtninger på 5 m/s; det er meget vind og ikke optimalt sprøjtevejr, men realistisk i nogle tilfælde.

Det er landmændenes egne trailersprøjter på 24 og 28 m, der blev benyttet i undersøgelsen. Der blev afprøvet 10 forskellige kombinationer af dyser og hastigheder, alle behandlinger er foretaget med 160 l/ha. Foruden traditionelle dyser som lavdriftdyser, store størrelser af fladsprededyser samt kompakte luftinjektionsdyser er der benyttet luftassistance ved Hardi TWIN og Hi-Speed dysen fra Agrotop. Hi-speed er en luftinjektionsdyse, der vinkler sprøjtevæsken 10° frem og 50° tilbage, den skal benyttes ved relativt højt tryk, og giver i forsøget medium dråber ved 12 km/t samt grove dråber ved 18 km/t. Herunder ses de afprøvede teknikker.

	Medium dråber Lavdrift og fladspred	Grove dråber Kompakt luftinjektion	Design til hurtig kørsel	
			Hardi TWIN	Hi-Speed dyse
6 km/t	LD 02 @ 3 bar	MD 02 @ 3 bar	-----	-----
12 km/t	F 04 @ 3 bar	MD 04 @ 3 bar	F 04 @ 3 bar	025 @ 7,7 bar
18 km/t	F 06 @ 3 bar	MD 04 @ 6,7 bar	F 06 @ 3 bar	04 @ 6,7 bar

### Konklusion

Under de givne forhold med relativ meget vind og på meget jævne og flade forsøgsmarker, konkluderer FarmTesten ved sammenligning med lavdriftdyse 02 ved 6 km/t:

- Kompakte luftinjektionsdyser, uanset hastighed, gav signifikant bedre bekæmpelseseffekt.
- Hi-Speed dysen ved 12 km/t gav signifikant bedre bekæmpelseseffekt.
- Tendens til at Hardi TWIN, uanset hastighed, gav bedre bekæmpelseseffekt.
- Ingen af de undersøgte behandlinger havde ringere bekæmpelseseffekt end lavdriftdyse 02 ved 6 km/t.
- Beregninger viser, at højere hastighed kun giver en mindre besparelse på omkostningen til maskiner og arbejde. Derfor er høj hastighed mest relevant i situationer med mangel på kapacitet, hvor alternativet er ikke at udføre nogen behandling.

## Anbefalinger

Det anbefales ikke at køre med den højst undersøgte kørselshastighed på 18 km/t, da der er mange risici forbundet med denne hastighed. De omfatter blandt andet risiko for uens dosering som følge af voldsomme bombevælgelser, risiko for at støv ophvirvles, risiko for forøget slid og skader på materiellet, samt at arbejdet i førerhuset med at åbne og lukke for sprøjtevæsken ved forageren, også vil være vanskelig at udføre ordentligt ved denne hastighed.

Den generelle anbefaling lyder stadig på at køre 8-10 km/t med konventionel sprøjteteknik. Dette forudsætter gode forhold, hvor markerne er jævne, kun lidt vind og at der ikke er krav til nedtrængning i afgrøden.

Såfremt det ønskes at køre hurtigere end den generelle anbefaling på ca. 8-10 km/t, for eksempel op mod 12 km/t, er der yderligere nogle forhold, der skal tages højde for:

- Marken skal være *meget* jævn.
- Sprøjten skal være mekanisk i orden, især bomophænget skal være justeret og velsmurt.
- Bommen skal holdes stabilt på 50 cm over målet.
- Der skal som altid vælges dyser efter forholdene, især skal der tænkes på vind-drift.
- Der må ikke være krav om nedtrængning i afgrøden.

## 2. BAGGRUND OG FORMÅL

---

Ønsket om bedre udnyttelse af marksprøjter, herunder højere kapacitet og bedre rettidighed betyder, at mange landmænd er interesserede i at øge kørehastigheden med marksprøjten, f.eks. til 12-16 km/timen i stedet for de normalt anbefalede 7-8 km i timen.

Højere hastighed kan dog have en række ulemper. Der er risiko for større afdrift, større og mere voldsomme bombevælgelser, ophvirvling af støv, forøget slid på bommen og samlet set en mere uensartet dosering og dækning af planter med deraf følgende risiko for dårligere bekæmpelseeffekt.

Der er desuden gennemført Landsforsøg i 2010 med undersøgelser af forskellige kørehastigheder ved 6, 12 og 18 km/t med henblik på vurdering af bekæmpelseeffekt ved svampesprøjtninger.

Nærværende FarmTest demonstrerer bekæmpelseeffekt og fordele samt ulemper i øvrigt ved at anvende traditionelle marksprøjter til ukrudtsprøjtning i vårbyg ved høj fremkørselshastighed.

### Formål

Formålet med denne FarmTest er:

- At vurdere kørehastighed og dråbestørrelsens indvirkning på bekæmpelseeffekten ved ukrudtsprøjtning.
- At beskrive totaløkonomien ved marksprøjtning ved forskellige fremkørselshastigheder og deraf følgende kapaciteter og omfang af anvendelse.
- At udarbejde praktiske anbefalinger om, i hvilke situationer høj hastighed kan overvejes, og hvornår høj hastighed ikke bør anvendes.



### 3. FARMTESTENS GENNEMFØRELSE

#### Metode, materialer og sprøjteudstyr

FarmTesten er udført ved sprøjtning i normalt udviklede vårbygmarker hos to landmænd i hhv. Randers og Vojens. Det er landmændenes egne marksprøjter, der er benyttet i undersøgelsen. Sprøjterne er begge velkørende og velholdte marksprøjter, der hver sæson anvendes til sprøjteopgaver på flere hundrede hektar. Sprøjterne er hhv. en Hardi Commander 4400i med TWN luftassistance og 28 meter bom og en John Deere 740i med 24 meter bom.

Hos hver af de to landmand er der udvalgt to forsøgsarealer i forskellige vårbygmarker. Hver forsøgsmark indeholder to gentagelser af forsøgsbehandlingerne. Det betyder, at hver behandling blev udført i alt otte gange. Indenfor hver af disse otte gentagelser blev effekten opgjort ved 15 biomassevurderinger, i alt 120 biomassevurderinger pr. behandling.

#### Forsøgsopstilling

På begge lokaliteter er der sprøjtet med traditionelle dyser på en traditionel marksprøjte, desuden er der sprøjtet med udstyr, som er designet til hurtigere kørsel. Ved Randers er der sprøjtet med Hardi TWN med fladsprededyser, i Vojens er der sprøjtet med Hi-Speed dyser fra Agrotop monteret på traditionel marksprøjte.



Figur 1. Her ses en forsøgsplan, hvor otte behandlinger gentages i to sprøjtespor men i hver sin retning (de røde pile), for at udligne vindpåvirkning.



På figur 1 ses forsøgsopstillingen fra en af forsøgsmarkerne i Vojens, med gentagelse af de otte behandlinger Hi-Speed dysen indgår i den viste plan, for testen i Randers er denne erstattet af Hardi TWIN. For at kompensere for en eventuel vindpåvirkning er hver af de otte behandlinger kørt i begge kørselsretninger. Imellem de to sprøjtespor, hvor sprøjtningerne blev foretaget samt på begge sider, udgør et usprøjtet kørespor værn imod afdrift mellem de behandlede felter. De yderste seks meter af bommen i hver side er anvendt til behandling, resten af dyserne var blændet af, og hvert behandlet felt var mellem 40 og 50 meter langt. Imellem de behandlede felter, i kørselsretningen, var 15 meter usprøjtet mark som værn mod afdrift.

### Vårbyg og ukrudt på forsøgsarealerne

Vårbyggen er sprøjtet i vækststadiet 22 (andet sideskud synligt), se figur 2. På begge lokaliteter stod afgrøden pænt og ensartet på markerne. De mest dominerende ukrudtsarter på begge lokaliteter var; fuglegræs, snerlepileurt, storkenæb, kamille, alm. brandbæger, ærenpris og agerstedmoderblomst. Ukrudtets størrelse var fra kimbladsstadiet til fire løvblade. Det er almindeligt udbredte arter i hele landet og på alle jordtyper. Figur 2 viser et godt indtryk af det generelle ukrudtstryk på forsøgsarealerne, da sprøjtningerne blev udført. På figur 3 ses ukrudtet i de ubehandlede værneparceller, på tidspunktet for opgørelsen af effekten (21 dage efter sprøjtning).



Figur 2. Ved sprøjtningen var vårbyggen i vækststadiet 22, ukrudtet havde to til fire løvblade.

## Valg af middel samt opgørelse af effekt



Figur 3. Billedet viser et af de behandlede felter, der var 50 x 6 meter. Billedet viser også hvordan ukrudtet så ud i det ubehandlede værn 21 dage efter sprøjtning.

Der er sprøjtet med 0,5 tablet Express ST + 0,1 l Oxitril CM + 0,15 l sprede-/ klæbemiddel pr. ha. Ukrudtssprøjtningerne er udført med en reduceret dosis, sådan at eventuelle effektforskelle som følge af behandlingerne bliver mere tydelige. Målet var en bekæmpelseseffekt på mellem 70 og 90 %, da 100 % bekæmpelse ville betyde, at effektforskelle ville udviskes. Alle sprøjtninger er foretaget med samme vandmængde (160 l/ha). Express ST er et systemisk middel, der hovedsageligt optages gennem bladene og transporteres til vækstpunkterne. Oxitril CM er et kontaktmiddel, der kun har bladvirkning. Effekten af behandlingerne er opgjort 21 dage efter sprøjtning efter samme metode, der benyttes ved Landsforsøgene. Proceduren er beskrevet i ["Vejledning i bedømmelser i Landsforsøgene"](#) på side 35 og 36. Der er lavet en visuel bedømmelse af relativ ukrudtsbiomasse (ubehandlet = 100), og der er foretaget 15 bedømmelser pr. behandlingsfelt.

### Vejrforhold under sprøjtningerne

Ved sprøjtning på begge lokaliteter var vejret solrigt med en middelvind på ca. 5 m/sek. Dette er på grænsen af tilrådeligt sprøjtevejr, men ikke desto mindre realistisk i de situationer, hvor landmanden skal have færdiggjort sine sprøjtninger. Ydermere giver en vejrsituation som denne mulighed for bedre at skelne mellem de forskellige behandlinger, især hvad angår dråbestørrelsen, da de mindste dråber er i risiko for at drive med vinden, og resultere i en uens fordeling af sprøjtevæsken.

Vind m/s	Fingerpeg om vinden	Anbefalede dråbestr.	Bemærkninger
0-0,5		Fin Medium Grov	Risiko for opdrift
0,5-2		Fin Medium Grov	Idelle sprøjteforhold
2-3		Medium Grov	Acceptable sprøjteforhold
3-5		(Medium) Grov	Mindre gode sprøjteforhold
> 5			Sprøjtning bør undlades eller udføres med specialudstyr

Figur 4. Vindstyrke og anbefalede dråbestørrelser samt vurdering af sprøjteforhold. Kilde: Grundbog for sprøjtefører, 2010.

### Sprøjteteknikken - medium, grov og hurtig

I FarmTesten er der i alt demonstreret 10 forskellige kombinationer af dyser og hastigheder. Dyserne og sprøjteteknikken generelt er valgt for at belyse mulighederne for at øge kørehastigheden. Det betyder, at dyserne er valgt efter dels at kunne give ca. 160 l/ha ved den givne hastighed, dels give medium til grove dråbestørrelser.

TWIN systemet giver i tilgift dråberne "medvind" på vej ned i afgrøden. Kompakte luftinjektionsdyser er mindre vindfølsomme end lavdriftdyser, ligesom Hardi TWIN og Hi-Speed dysen er udviklet til sprøjtning ved højere vindhastigheder. I skemaet nedenunder ses alle kombinationer af dyser og hastighed.

Tabel 1. Oversigt over anvendt sprøjteteknik. Fladspred-, lavdrift- og kompakt injektionsdyse er benyttet på begge lokaliteter, Hardi TWIN og Hi-Speed dysen kun hhv. i Randers og Vojens.

	Medium dråber Lavdrift og fladspred	Grove dråber Kompakt luftinjektion	Design til hurtig kørsel	
			Hardi TWIN	Hi-Speed dyse
6 km/t	LD 02 @ 3 bar	MD 02 @ 3 bar	-----	-----
12 km/t	F 04 @ 3 bar	MD 04 @ 3 bar	F 04 @ 3 bar	025 @ 7,7 bar
18 km/t	F 06 @ 3 bar	MD 04 @ 6,7 bar	F 06 @ 3 bar	04 @ 6,7 bar

**Lavdriftdysen** anbefales som standard på traditionelle marksprøjter, den giver medium til grove dråber. **Fladsprededyser** bør kun anvendes i ISO størrelse 025 eller større, ellers bliver dråberne meget fine, hvilket øger risiko for sprøjteafdrift. De mindre ISO størrelser kan godt anvendes sammen med luftassistance, da de fine dråber beskyttes mod vinden af luftassistancen.



Figur 5. Lavdriftdyse ISO 02 ved 3 bar.

**Kompakte luftinjektionsdyser** anbefales i de situationer, hvor sprøjtevejret ikke er optimalt, men sprøjtearbejdet skal gøres færdigt. Til de fleste svampesprøjtninger vil kompakte luftinjektionsdyser også være egnede, da dråberne herfra er grove.



Figur 6. Kompakt injektionsdyse ISO 02 ved 3 bar.



**Hardi TWIN luftassistance** er godkendt som afdriftsreducerende ved det tyske Julius Kühn Institut. Der blæses luft ned langs med sprøjtevæsken, som derved styres ned mod afgrøden.



Figur 7. Hardi TWIN luftassistance.

**Hi-Speed dysen** fra Agrotop er en luftinjektionsdysse, der vinkler sprøjtevæsken både 10 grader frem og 50 grader tilbage. Dysen er designet til, at optimere afsætningen ved høje hastigheder. Den skal benyttes ved højt tryk som de "gamle" luftinjektionsdyser, men dråbestørrelsen er ligesom de kompakte luftinjektionsdyser.



Figur 8. Hi-Speed dysen vinkler sprøjtevæsken 10 grader frem og 50 grader tilbage i forhold til kørselsretningen.

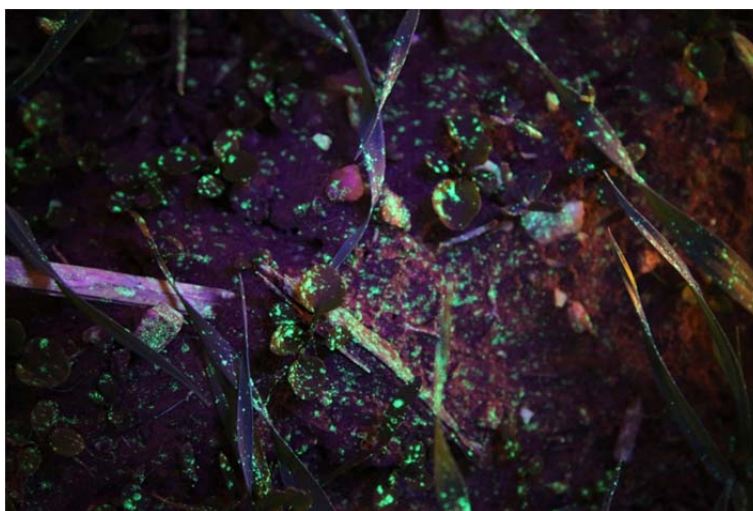
## Behandling af data

I hvert behandlingsfelt er der foretaget 15 biomassevurderinger, den samlede biomassevurderingen af hver behandling er derfor beregnet som et gennemsnit af disse 15 vurderinger. Lavdriftsdysen ved 6 km/t (LD02 6km/t) er valgt som referencebehandling.

Da Hardi TWIN og Hi-Speed dyserne kun blev brugt på én lokalitet, hhv. Randers og Vojens, blev der derudover gennemført analyser for hver lokalitet, hvor disse dyser sammenholdes med LD02-6km/h som referencebehandling. Den ene gentagelse af behandlingen F06 TWIN-18km/h blev udeladt fra den statistiske analyse, på grund af en fejl under sprøjtningen. Den statistiske analyse er beskrevet i bilag 1.

### Sporstof viser dråberne

Efter at alle behandlingerne var udført, blev der tilsat et sporstof til den resterende mængde sprøjtevæske i tanken. Alle behandlinger blev gentaget andetsteds i samme bygmark, hvorefter dråbernes afsætning på planterne blev billedegraferet. Sporstoffet kan fremkaldes og ses, når de sprøjtede planter lyses på med ultraviolet lys. På denne måde bliver det muligt at se, hvor sprøjtevæsken rammer. Billederne nedenfor er af det samme udsnit af marken taget lige efter hinanden hhv. uden og med ultraviolet lys. Se flere billeder af sprøjtevæskens afsætning på bladene i bilag 2.



Figur 9 og 10. På det øverste billede kan man se, hvordan sprøjtevæsken (iblandet et sporstof) er afsat på korn og ukrudt. Billedet nedenunder er samme motiv, som det ser ud, når sporstoffet ikke er fremkaldt. Der er sprøjtet med 160 l/ha med Hi-Speed dyse ISO 025 ved 12 km/t.

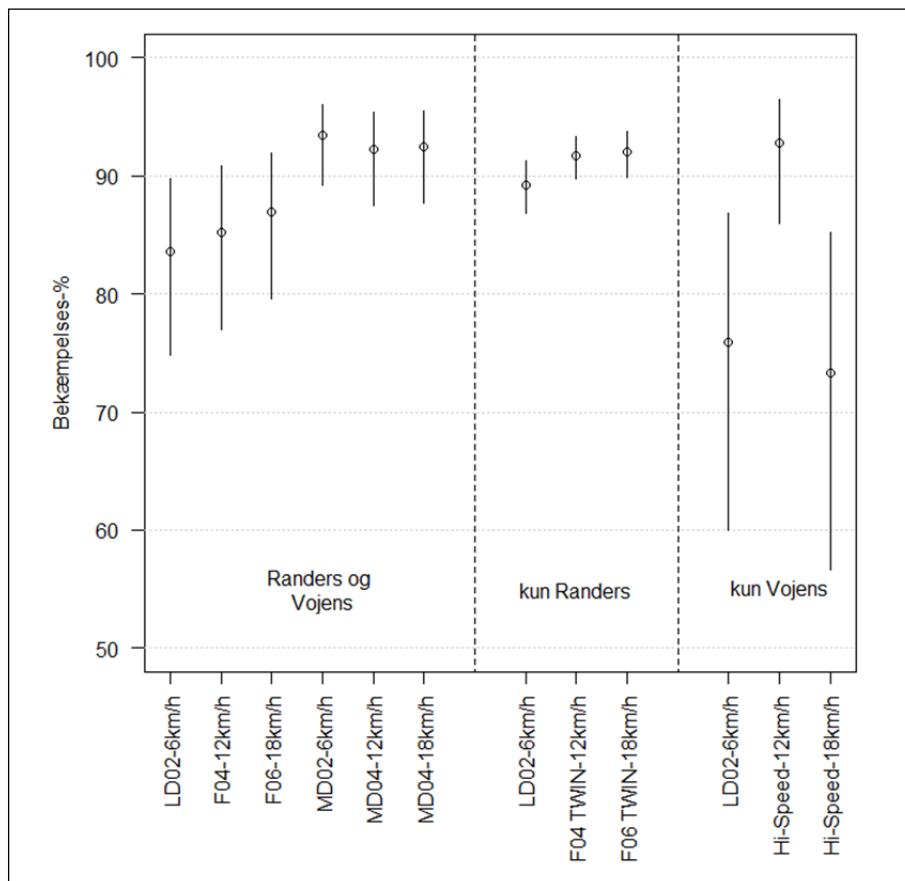
## 4. RESULTATER

### Effekt af behandlingerne

De seks første behandlinger er foretaget på begge lokaliteter, her er referencen et gennemsnit af bekæmpelsesprocenten på begge lokaliteter. Hardi TWIN og Hi-Speed dysen er kun benyttet i hhv. Randers og Vojens, derfor er referencen for disse behandlinger gennemsnit fra kørsel med LD02 6km/t på kun disse lokaliteter.

Ved opgørelsen 21 dage efter sprøjtning var der større variation indenfor hver behandling på lokaliteten i Vojens end i Randers. De lodrette streger ved hver behandling på figur 11 viser variationen i bekæmpelseseffekten i form af 95 % konfidensintervaller.

Resultaterne bør ses i lyset af vindforholdene og kørselshastighederne under udførelsen af FarmTesten. Middelvinden lå på ca. 5 m/s, hvilket er på grænsen af tilrådeligt sprøjtevejr. Øget kørselshastighed påvirker også dråberne, da fremkørselshastigheden påvirker dråberne ligesom vind. Dette kan bidrage til en større variation i afsætningen af sprøjtevæsken især ved mindre dråber, samt favorisere sprøjteteknikker, der er mere modstandsdygtige over for vindpåvirkninger.



Figur 11. Bekæmpelsesprocent og 95 % konfidensintervaller. Lavdriftsdysen 02 ved 6 km/t er sammenligningsgrundlag for de øvrige behandlinger. Resultaterne fra både Randers og Vojens viser en signifikant (sikker) bedre bekæmpelseseffekt ved brug af kompakte injektionsdysen, uanset hastighed. Hardi TWIN er kun undersøgt i Randers og viser tendens til bedre bekæmpelseseffekt uanset hastighed. Hi-Speed dysen er kun undersøgt i Vojens og viser signifikant bedre bekæmpelseseffekt ved 12 km/t.



Lavdriftdysen LD02 ved 6 km/t anvendes som reference, da denne behandling er tættest på normale anbefalinger for ukrudtsprøjtning i vårbyg. For de givne forhold på de to forsøgsmarker konkluderes følgende, jf. figur 11:

- Brugen af kompakte luftinjektionsdyser gav signifikant bedre effekt uanset hastighed end lavdriftdyse 02 ved 6 km/t.
- Hi-Speed dysen ved 12 km/t gav signifikant bedre bekæmpelseeffekt end lavdriftdyse 02 ved 6 km/t.
- Der var tendens til at brugen af Hardi TWIN uanset hastighed giver bedre bekæmpelseeffekt end lavdriftdyse 02 ved 6 km/t.
- Ingen af de undersøgte behandlinger havde ringere bekæmpelseeffekt end lavdriftdyse 02 ved 6 km/t.
- Der blev opnået tilfredsstillende bekæmpelseeffekt i forhold til de målsatte 70-90 %.

### Afsætning af sprøjtevæsken på planterne

Ved at tilsætte fluorescerende sporstof til sprøjtevæsken, bliver det muligt at se afsætningen på de enkelte ukrudtsplanter, se figur 9 og 10. I bilag 2 vises yderligere eksempler på nogle af behandlingerne.

### Hvad betyder højere hastighed for økonomien ved marksprøjtning?

Forøget hastighed påvirker først og fremmest økonomien, fordi maskinens kapacitet øges. Kapacitetsforøgelsen vil dog være relativt begrænset i forhold til hastighedsforøgelsen, da hverken vendinger, kørsel på vejen eller fyldning af sprøjten påvirkes af den forøgede hastighed. En fordoblet hastighed, vil altså ikke medføre en fordoblet kapacitet.

Den direkte besparelse opnås ved reduktion i løn- og traktortimer. Omkostningerne forbundet med at optage, benytte en traktor og en mand er altså afgørende. Desuden kan den forøgede hastighed have betydning for vedligehold og maskinens værditab.

Ud over maskinomkostningerne er det helt afgørende for økonomien, at udbyttet ikke påvirkes af hastighedsforøgelsen. Selv et begrænset udbyttetab vil ofte være nok til at udligne hele besparelsen.

### Mulig besparelse på maskin- og arbejdsomkostninger

Beregning af maskinomkostningerne tager udgangspunkt i maskinens kapacitet ved forskellige hastigheder. Den resulterende kapacitet er beregnet i regnearket Drift 2004, som findes på [landbrugsinfo.dk](http://landbrugsinfo.dk).

Udgangspunktet er en sammenligning imellem sprøjtning med 6 km/t og med 12 km/t. De øvrige forudsætninger findes i FarmtalOnline for en 24 meter, 4.000 liter bugseret marksprøjte og ses i tabel 2.

Tabel 2. Kapaciteter ved hhv. 6 km/t og 12 km/t. Beregnet i Drift 2004 med udgangspunkt i 20 ha markstørrelse, markform 1:2, 150 liter/ha og 2 km fra mark til påfyldningssted.

Hastighed (km pr. time)	6	12
Kapacitet (ha pr. time)	7,7	10,7

Udover omkostninger, som er direkte afhængige af kapaciteten, er der omkostninger til vedligehold, værditab og renter. Det kan med rimelighed antages, at disse omkostninger er upåvirkede af hastigheden. Maskinen vil blive benyttet i færre timer, men belastningen pr. time vil til gengæld være højere.

Baseret på disse antagelser vil sprøjteomkostningerne blive som vist herunder:

Tabel 3. Besparelse ved hastighedsforøgelse fra 6 km pr. time til 12 km pr. time. Beregnet med udgangspunkt i en bedrift på 200 ha som sprøjtes 3,5 gange pr. år. Timelønnen er sat til 175 kr. og traktorlejen er 250 kr. pr. time.

	Hastighed		Besparelse
	6 km pr. time	12 km pr. time	6 → 12 km pr. time
Timeforbrug i alt (timer)	91	66	25
Løn og traktorleje i alt (kr.)	38.737	27.908	10.829
Løn og traktorleje pr. ha (kr.)	55	40	15

Der spares altså 15 kr. pr. behandlet ha ved at øge hastigheden fra 6 km pr. time til 12 km pr. time. Beregningen er som nævnt baseret på 3,5 behandlinger årligt og besparelsen svarer således til 54 kr. pr. dyrket ha.

### Stor afhængighed af forudsætninger

For både vedligehold og afskrivninger er det meget svært at forudsige, hvilken betydning den forøgede hastighed vil få. Hvis konsekvenserne af hastighedsforøgelsen ikke udgør hinanden som antaget, bliver resultaterne naturligvis anderledes.

Hvis omkostningerne til vedligehold stiger med 5.000 kr. årligt, reducerer det besparelsen med 7 kr. pr. ha med de anvendte forudsætninger (tabel 4, scenarie 2).

Hvis maskinens værdi falder til den samme scrapværdi på 10 år i stedet for 12 år, betyder det at værditabet forøges med 3.700 kroner mere årligt, svarende til 5 kr. pr. ha med de anvendte forudsætninger (tabel 4, scenarie 3).

Scenarie 4, som er kombinationen af ovennævnte scenarier, betyder at tilnærmelsesvist hele besparelsen forsvinder.

Tabel 4. Besparelse ved basisscenariet og 3 alternative (2, 3 og 4) scenarier, som er nævnt i teksten på forrige side.

#	Scenarie	Besparelse (kr. pr. ha)	Besparelse i forhold til basisscenarie (kr. pr. ha)
1	Hastighed øget med 6 km/t	15	0
2	Højere årligt vedligehold	8	-7
3	Større værditab pr. år	10	-5
4	Højere vedligehold <b>og</b> større værditab	3	-12

Ud over disse forudsætninger er traktorleje og timeløn meget afgørende. Hvis traktoren alligevel er til rådighed, og der ikke er andet arbejde til medarbejderne på det pågældende tidspunkt, kan størrelsen af disse omkostninger diskuteres. Fortjenesten er direkte sammenhængende med løn og traktorleje, og derfor vil et lavere niveau betyde, at fortjenesten ved at køre hurtigere reduceres.

### Usikkerhed på gevinst

Der er altså mulighed for en lille besparelse ved at køre hurtigere med marksprøjten, men fordelene kan forsvinde, hvis en eller flere forudsætninger ændres. Det gælder vedligehold og værditab, men et eventuelt udbyttetab er mere afgørende. Med en kornpris på 125 kr. pr. hkg skal udbyttet blot reduceres med 12 kg pr. ha for at neutralisere besparelsen. Omkostningerne ved et eventuelt udbyttetab vejer altså meget tungere end besparelsen, der kan opnås ved forøget hastighed.

Hvis man har kapacitetsproblemer med mandskab, traktor eller sprøjte, bør omkostningerne til løn, og maskinleje sættes højere. Enten fordi man skal erstatte arbejdskraften, eller fordi den kommer til at mangle andetsteds. Derfor vil det alt andet lige være mere fordelagtigt at øge hastigheden.

Har man omvendt ledig kapacitet på sprøjtetidspunktet, bør løn- og maskinomkostningerne sættes lavere, og den i forvejen begrænsede fordel ved at øge hastigheden forsvinder.

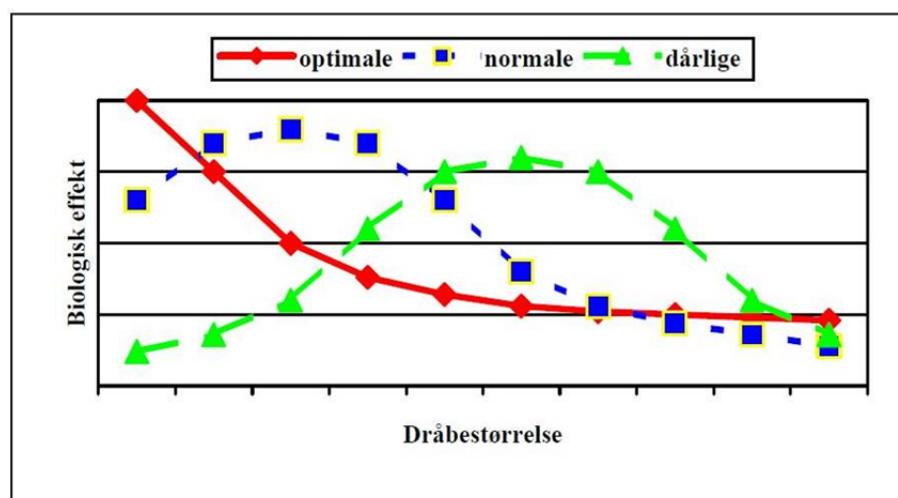
Hurtig kørsel er altså mest relevant i situationer, hvor der er mangel på kapacitet og alternativet er, at der ikke bliver udført nogen form for behandling.

## 5. DISKUSSION OG ANBEFALINGER

### Vindhastigheden ved udførelse

Ideelt og acceptabelt sprøjtevejr er ved vind mellem 0,5 og 3 m/s., se figur 4. Vinden varierende fra 3 m/s og op til vindstød på 7 m/s under udførelse af FarmTesten i vårbyg med en middelvind på 5 m/s. Dette er dog ikke urealistiske vejrforhold ved mange sprøjtninger, og resultaterne viser også, at det netop er de mindst vindfølsomme sprøjteteknikker, som har bedre effekt i forhold til referencen (sprøjtning med lavdriftsdysen ved 6 km/t).

De ikke-optimale vindforhold betyder, at den normalt anbefalede løsning med lavdriftsdysen ikke opnår så god behandlingseffekt som kompakte luftinjektionsdysen, Hardi TWIN og Hi-Speed dysen, der alle bedre modstår vindpåvirkningerne. Se figur 12. Her ses en teoretisk sammenhæng mellem dråbestørrelse, vindforhold og forventet biologisk effekt. Fin/medium dråbestørrelse vil være det optimale valg ved normale vindforhold, hvor de grovere dråber bør foretrækkes ved dårligere vindforhold. Generelt set vil den biologiske effekt forventes at være faldende med dårligere vejrforhold / grovere dråber, set i forhold til den optimale situation. Ved optimale sprøjteforhold ville forskellene mellem behandlingerne sandsynligvis være mindre, da de finere dråber ikke ville blæse bort med vinden, og behandlingseffekten kunne generelt forventes at være højere.



Figur 12. Sammenhæng mellem dråbestørrelse, vindforhold og forventet biologisk effekt. Kilde: Vidensyntese om sprøjteteknik med hovedvægt på adriftsreducerende dysen samt sprøjtning med luftledsagelse og luftsprøjter, Rapport over Erhvervsfinansieret Planteavlsvforskning, 2003.

### Risici ved høj hastighed

Kørsel ved høj hastighed øger i mange situationer risikoen for en uens fordeling af sprøjtevæsken.

Mindre rystelser i traktor og sprøjte forplanter sig ud i bommen og kan forårsage voldsomme bombevægelses frem og tilbage i kørselsretningen, bl.a. afhængig af hvor jævn

marken er. Disse bevægelser giver store forskelle i dosering. Sprøjtens mekaniske tilstand i lejer og bøsninger er derfor af stor vigtighed, hvis man ønsker at øge kørehastigheden.

Det er ofte svært at holde en korrekt bomhøjde, og det bliver sværere jo hurtigere der køres, selv med automatisk bomhøjdejustering. En forøgelse i bomhøjden vil resultere i øget afdrift, og dermed uens fordeling af sprøjtevæsken. Med øget hastighed øges desuden risikoen for at hjulene ophvirvler støv, der nedsætter effekten af sprøjtemidlerne. Jo tættere på traktoren og sprøjten des større er risikoen for dårlig bekæmpelse af ukrudtet. Denne risiko er især udtalt ved forårssprøjtninger, hvor jorden oftere er tør i forhold til ved efterårssprøjtninger. Risikoen varierer naturligvis efter vej- og jordbundsforhold. At marken er jævn er desuden vigtig, når hastigheden øges.



*Figur 13. Her sprøjtes der med 18 km/t, ved denne hastighed er risikoen stor for at ophvirvle jordstøv, som det tydeligt ses på billedet.*

### **Bombevægelser ved høj hastighed**

Når der køres med høj hastighed, kan man risikere, at bombevægelserne bliver kraftigere med en stor variation i dosering til følge. Alle kørsler i FarmTesten blev optaget på video, med henblik på at vurdere bevægelserne ved bomenderne. Det vurderes på baggrund af observationerne, at der var begrænsede bevægelser i kørselsretningen. Der blev ikke set øget højdevariation ved bomenderne med stigende hastighed. Demonstrationsmarkerne var jævne, og de benyttede sprøjter var meget velfungerende og havde stabile bomme.

### **Anbefalinger**

Baseret på denne FarmTest kan det ikke anbefales at køre med den højst undersøgte kørselshastighed på 18 km/t med traktor og traditionel marksprøjte. Den høje hastighed øger risikoen for uens fordeling af sprøjtevæsken og dermed varierende effekt af midlerne, samt arbejdet i førerhuset med blandt andet at åbne og lukke for sprøjtevæsken ved forageren vil være vanskelig at udføre ordentligt ved denne hastighed.

Den generelle anbefaling lyder stadig på at køre 8-10 km/t med konventionel sprøjteteknik, dette forudsætter gode forhold hvor markerne er jævne, kun lidt vind og at der ikke er krav til nedtrængning i afgrøden.

Såfremt det ønskes at køre hurtigere end den generelle anbefaling på ca. 8-10 km/t, for eksempel op mod 12 km/t, er der yderligere nogle forhold, der skal tages højde for.

- Marken skal være *meget* jævn.
- Sprøjten skal være mekanisk i orden, især bomophænget skal være justeret og velsmurt.
- Bommen skal holdes stabilt på 50 cm over målet.
- Der skal som altid vælges dyser efter forholdene, især skal der tænkes på vind-drift.
- Der må stadig ikke være krav om nedtrængning i afgrøden.

## 6. KONKLUSION

---

På baggrund af FarmTestens resultater kan det konkluderes, at:

Sprøjtning med højere hastighed end de normalt anbefalede 8-10 km/t kan give et tilfredsstillende resultat. Sprøjtforholdene var ikke optimale, og der var ikke krav til nedtrængning i afgrøde.

Ved test af tre typer sprøjteteknik ved tre forskellige hastigheder viste resultaterne statistisk signifikant forskel mellem enkelte behandlinger og referencebehandlingen, lavdriftdyse 02 ved 6 km/t.

- Kompakte luftinjektionsdyser, uanset hastighed, gav signifikant bedre bekæmpelseseffekt.
- Hi-Speed dysen ved 12 km/t gav signifikant bedre bekæmpelseseffekt.
- Tendens til at Hardi TWIN, uanset hastighed, gav bedre bekæmpelseseffekt.
- Ingen af de undersøgte behandlinger havde ringere bekæmpelseseffekt end lavdriftdyse 02 ved 6 km/t.
- Der blev opnået tilfredsstillende bekæmpelseseffekt i forhold til de målsatte 70-90 % bekæmpelseseffekt.

Dette er med følgende forbehold:

- Behandlingerne er kun afprøvet på to lokaliteter.
- Der er varierende forsøgsbetingelser på markerne.
- Ud fra de statiske analyser af forsøget kan det ikke afvises, at biomassevurderingen for en behandling kan være delvist påvirket af biomassevurderingen for den foregående behandling. Det betyder, at behandlingerne ikke er fuldt uafhængige, og effekterne dermed kan være svagt undervurderede eller overvurderede.

Ved sprøjtning med høj hastighed opnås bedre kapacitet, hvilket kan hjælpe i en tidspresset sæson. Der bør ved sprøjtning med høj hastighed tages højde for:

- Afdrift
- Bombevægelse
- Markens jævnhed
- Øget slid på marksprøjten.



## BILAG 1.

# STATISTISK ANALYSE AF DATA FRA FARMTESTEN

---

### Metode

Da der foreligger flere afhængige målinger indenfor hver behandlingsgentagelse (15 per gentagelse, autokorrelationen ved lag 1 = 0,74; se Appendiks, figur C) blev biomassevurderingen beregnet som et gennemsnit af logit-transformerede biomassevurderinger for hver behandlingsgentagelse (se Appendiks, tabel A). Gennemsnitlig logit-biomassevurderingen blev derefter modelleret som funktion af unikke sprøjtedysekørselshastigheds-kombinationer ved hjælp af en lineær model, samt deres vekselvirkning med mark indenfor lokalitet. Denne model inkluderer kun behandlinger der blev gennemført på begge lokaliteter (model A). LD02-6km/h blev sat til at være referencebehandlingen. Modeltjekken gav ikke anledning til at fjerne observationer (se Appendiks, figur D).

Da TWIN og Hi-Speed dyserne kun blev brugt på én lokalitet, hhv. Randers og Vojens, blev der derudover gennemført analyser for hver lokalitet (model R og model V), hvor der ud over de lokalitetsspecifikke dyser også blev inkluderet LD02-6km/h som referencebehandling (som hhv. R-LD02-6km/h og V-LD02-6km/h). F06 TWIN-18 km/h i mark 2, 1. gentagelse fra Randers blev fjernet inden analysen på grund af en kraftig trend indenfor behandlingen (se Appendiks, figur A). Modeltjekken af model R analysen indikerede at Randers/Hardi-Mark 2, Spor 1, F06 TWIN-18km/h er en outlier (se Appendiks, figur E), og denne blev fjernet fra analysen.

### Overordnede resultater:

Behandlingen ( $p=0.031$ ) og mark indenfor lokalitet ( $p=0.001$ ) viste sig at have signifikante effekter på biomassevurdering (tabel 1) i model A analysen, mens vekselvirkningen mellem behandling og mark indenfor lokalitet ikke var signifikant ( $p>0.05$ ) i denne analyse. Det samme gælder for model V med signifikante effekter af mark ( $p=0.001$ ) og behandling ( $p=0.017$ ), mens hverken mark eller behandling havde en signifikant effekt i model R ved et signifikansniveau på 0.05 (tabel 1).

I model A var det Vojens/Amazon-Mark 1, der adskiller sig signifikant fra de andre marker (figur 4, tabel 2), og behandlingerne MD02-6km/h, MD04-12km/h og MD04-18km/h var signifikant bedre (lavere biomasse vurdering) end LD02-6km/h (figur 1-3, tabel 2). I model R er begge TWIN behandlinger bedre end LD02-6km/h (figur 1-3, tabel 2), dog kun signifikant på et 0.10 signifikans niveau (tabel 2). I model V er det Hi-Speed ved den lave hastighed der er signifikant bedre end LD02-6km/h (figur 1-3, tabel 2). I alle modeller blev det fundet, at ingen behandling performer dårligere end baseline behandlingen LD02-6km/h. Baseline behandlingens niveau varierer en del fra lokalitet til lokalitet (tabel 2). Det samme gælder for variationen indenfor lokalitet som indikeret af de bredere konfidensintervaller ved Vojens lokaliteten.

Tabel 1: Anova tabellerne for model A, R og V.

-----

Model A:

Analysis of Variance Table

Response: logit.Biomasse.mean

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Behandling	5	7.8797	1.5759	2.7708	0.030990 *
lokmark	3	10.9491	3.6497	6.4169	0.001224 **
Residuals	39	22.1819	0.5688		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

-----

Model R:

Analysis of Variance Table

Response: logit.Biomasse.mean

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Behandling	2	0.24670	0.123350	3.1343	0.09882 .
Residuals	8	0.31484	0.039355		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

-----

Model V:

Analysis of Variance Table

Response: logit.Biomasse.mean

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Behandling	2	5.8114	2.9057	7.0423	0.017219 *
lokmark	1	10.0385	10.0385	24.3294	0.001146 **
Residuals	8	3.3009	0.4126		

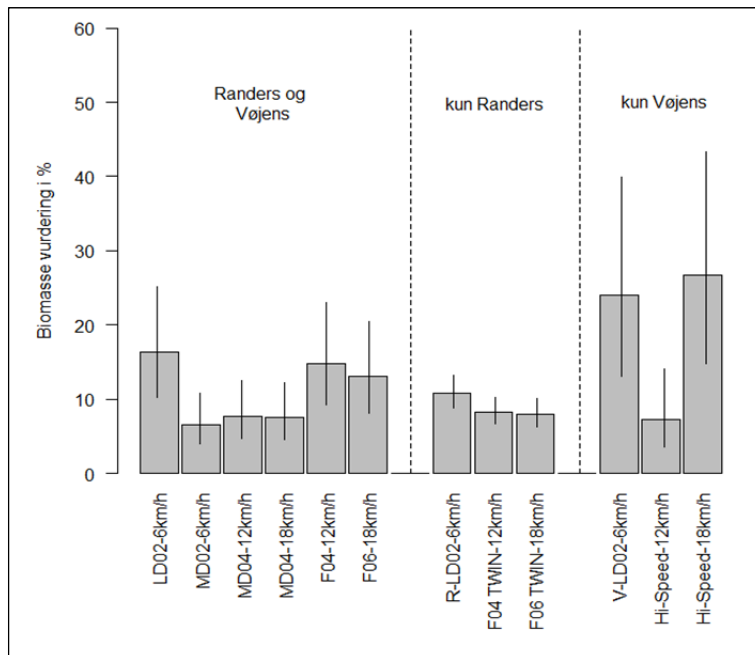
---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

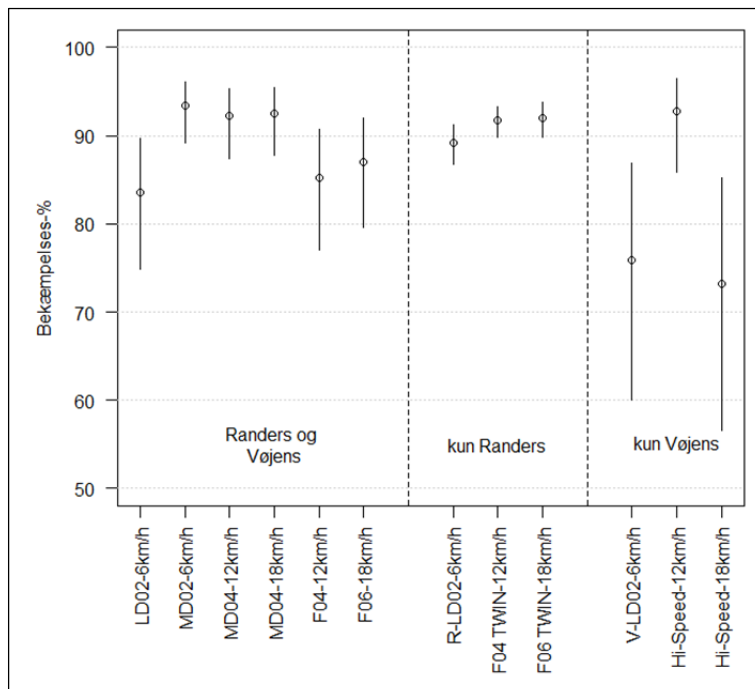
-----

Tabel 2. Estimeret middel biomasse (i %) samt nedre og øvre konfidensgrænser som fundet for model A, R og V. Derudover er der angivet t-teststatistikker og tilhørende testsandsynligheder (p-værdier) for testen for ingen forskel mellem den pågældende behandling og den først listede behandling (LD02-6km/h), hhv. den pågældende mark og den først listede mark.

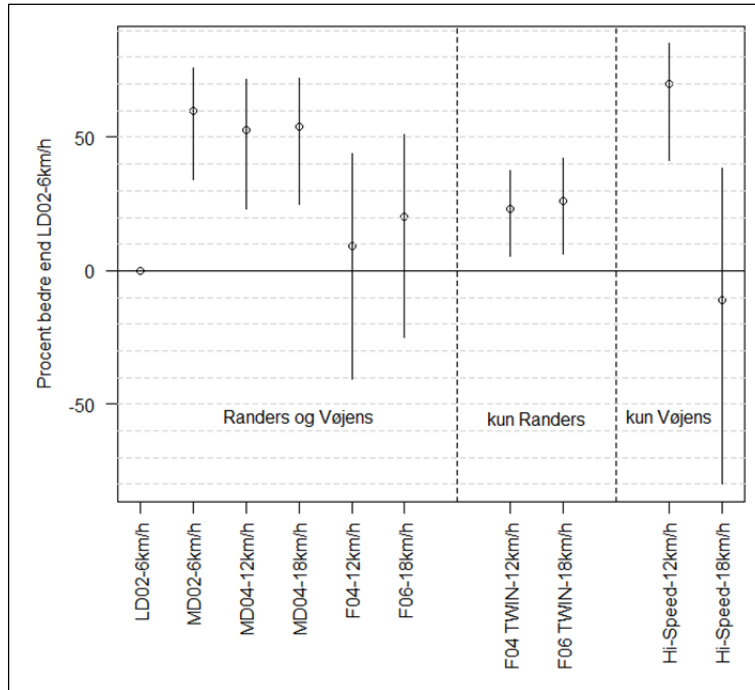
	Estimeret biomasse vurdering (%)	Nedre 95 % grænse	Øvre 95 % grænse	T- værdi	Pr(> t )	
<i>Behandling, model A</i>						
<b>LD02-6km/h</b>	16,4	10,3	25,2	-	-	
<b>MD02-6km/h</b>	6,6	3,9	10,8	-2,717	0,010	*
<b>MD04-12km/h</b>	7,7	4,7	12,6	-2,251	0,030	*
<b>F04-12km/h</b>	14,8	9,2	23,0	-0,310	0,758	
<b>MD04-18km/h</b>	7,6	4,5	12,3	-2,319	0,026	*
<b>F06-18km/h</b>	13,0	8,0	20,5	-0,710	0,482	
<i>Mark, model A</i>						
<b>Randers/Hardi-Mark 1</b>	8,9	5,9	13,2	-	-	
<b>Randers/Hardi-Mark 2</b>	9,8	6,5	14,4	0,312	0,757	
<b>Vojens/Amazone-Mark 1</b>	20,1	13,9	28,1	3,056	0,004	**
<b>Vojens/Amazone-Mark 2</b>	6,4	4,2	9,6	-1,179	0,246	
<i>Behandling, model R</i>						
<b>R-LD02-6km/h</b>	10,8	8,8	13,2	-	-	
<b>F04 TWIN-12km/h</b>	8,3	6,7	10,2	-2,065	0,073	.
<b>F06 TWIN-18km/h</b>	8,0	6,2	10,1	-2,211	0,058	.
<i>Behandling, model V</i>						
<b>V-LD02-6km/h</b>	24,1	13,1	40,0	-	-	
<b>Hi-Speed-12km/h</b>	7,3	3,6	14,1	-3,085	0,015	*
<b>Hi-Speed-18km/h</b>	26,7	14,8	43,4	0,309	0,765	
<i>Mark, model V</i>						
<b>Vojens/Amazone-Mark 1</b>	34,2	22,1	48,8	-	-	
<b>Vojens/Amazone-Mark 2</b>	7,7	4,4	13,3	-4,932	0,001	**



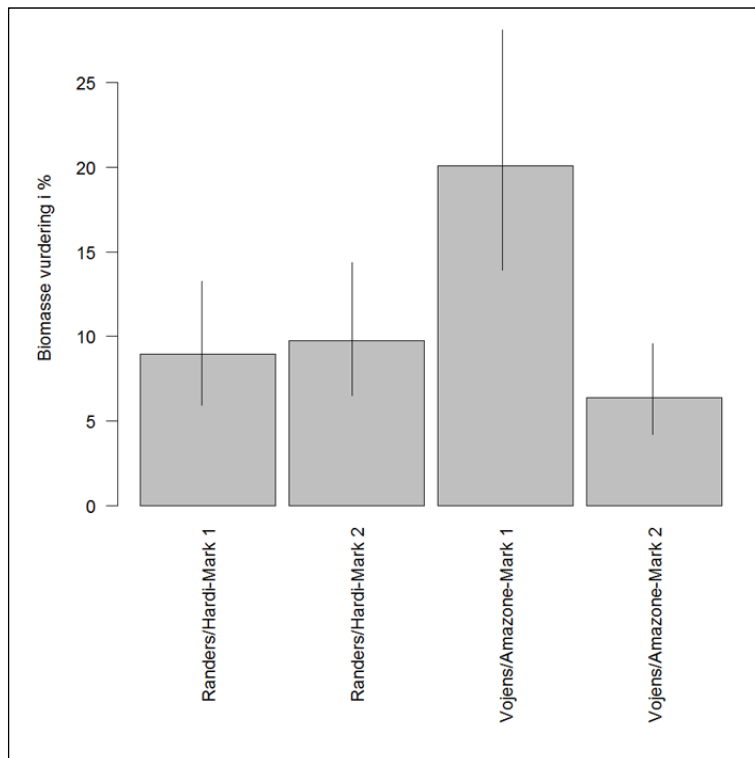
Figur 1. Estimeret biomasse (og 95 % konfidensintervaller) for behandlinger udført på begge lokaliteter og udført på hhv. kun Randers og Vøjens lokaliteten.



Figur 2. Som figur 3, men responsen udtrykt som bekæmpelsesprocent (=100 % - estimeret biomasse %).



Figur 3. Som figur 3, men responsen udtrykt relativ til LD02-6km/h behandlingen. Analyserne fra model A (Randers og Vøjens) er baseret på otte gentagelser for hver behandling (to fra hver mark), analyserne R og V (hhv. kun Randers og kun Vøjens) er baseret på fire gentagelser.



Figur 4. Estimeret biomasseniveau (og 95 % konfidensintervaller) for de forskellige marker; estimaterne er baseret på model A.

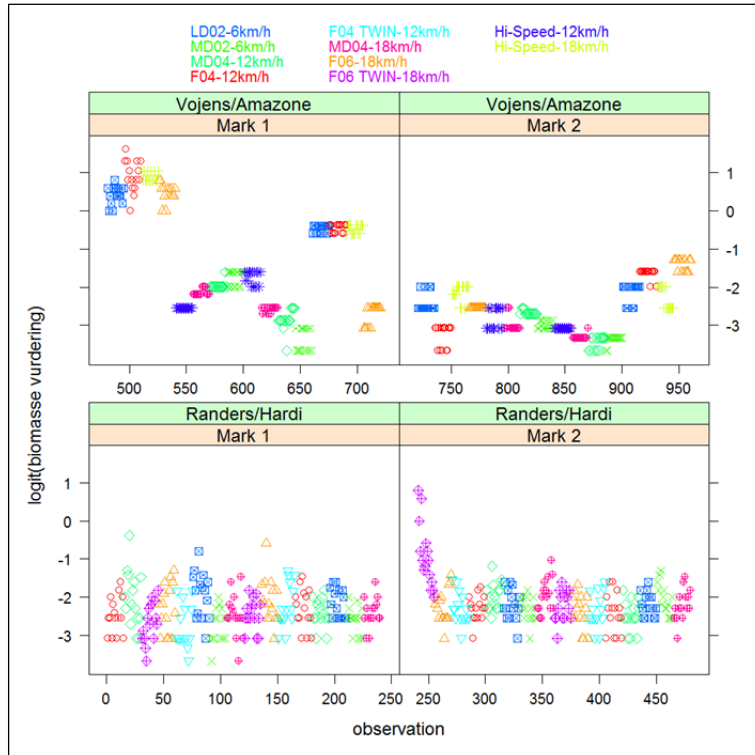
**Appeniks:**

Tabel A.

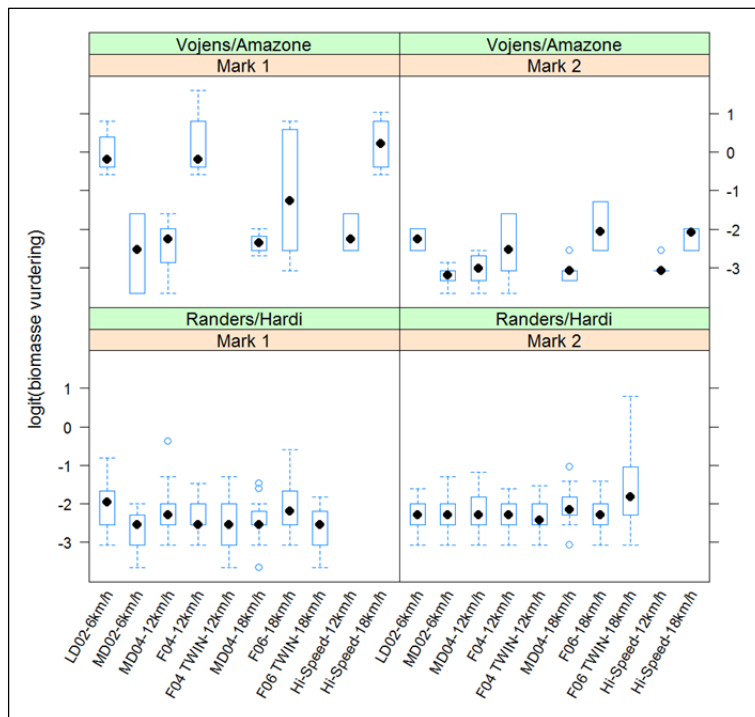
Lokmark	Spor	Behandling	logit. Biomasse mean	logit. Biomasse se	logit. Biomasse CV
Randers/Hardi-Mark 1	Spor 1	LD02-6km/h	-1,92508	0,156059	-31,3967
Randers/Hardi-Mark 1	Spor 1	MD02-6km/h	-2,74001	0,118475	-16,7464
Randers/Hardi-Mark 1	Spor 1	MD04-12km/h	-2,04768	0,18914	-35,774
Randers/Hardi-Mark 1	Spor 1	MD04-18km/h	-2,472	0,142925	-22,3926
Randers/Hardi-Mark 1	Spor 1	F04-12km/h	-2,47149	0,123845	-19,4074
Randers/Hardi-Mark 1	Spor 1	F06-18km/h	-2,26025	0,163462	-28,0095
Randers/Hardi-Mark 1	Spor 1	F04 TWIN-12km/h	-2,75498	0,14916	-20,969
Randers/Hardi-Mark 1	Spor 1	F06 TWIN-18km/h	-2,66562	0,136087	-19,7726
Randers/Hardi-Mark 1	Spor 2	LD02-6km/h	-2,15156	0,098445	-17,7209
Randers/Hardi-Mark 1	Spor 2	MD02-6km/h	-2,58837	0,091328	-13,6654
Randers/Hardi-Mark 1	Spor 2	MD04-12km/h	-2,39194	0,095036	-15,388
Randers/Hardi-Mark 1	Spor 2	MD04-18km/h	-2,40743	0,099961	-16,0813
Randers/Hardi-Mark 1	Spor 2	F04-12km/h	-2,31355	0,134831	-22,5713
Randers/Hardi-Mark 1	Spor 2	F06-18km/h	-2,07608	0,153187	-28,5774
Randers/Hardi-Mark 1	Spor 2	F04 TWIN-12km/h	-2,22221	0,150117	-26,1632
Randers/Hardi-Mark 1	Spor 2	F06 TWIN-18km/h	-2,44433	0,105086	-16,6506
Randers/Hardi-Mark 2	Spor 1	LD02-6km/h	-2,18546	0,106629	-18,8965
Randers/Hardi-Mark 2	Spor 1	MD02-6km/h	-2,3261	0,083452	-13,8949
Randers/Hardi-Mark 2	Spor 1	MD04-12km/h	-1,96278	0,093828	-18,5143
Randers/Hardi-Mark 2	Spor 1	MD04-18km/h	-1,95587	0,113606	-22,4961
Randers/Hardi-Mark 2	Spor 1	F04-12km/h	-2,29222	0,087333	-14,7559
Randers/Hardi-Mark 2	Spor 1	F06-18km/h	-2,24082	0,116313	-20,1033
Randers/Hardi-Mark 2	Spor 1	F04 TWIN-12km/h	-2,29339	0,106446	-17,9761
Randers/Hardi-Mark 2	Spor 1	F06 TWIN-18km/h	-0,93344	0,217563	-90,2699
Randers/Hardi-Mark 2	Spor 2	LD02-6km/h	-2,18611	0,07835	-13,8808
Randers/Hardi-Mark 2	Spor 2	MD02-6km/h	-2,0734	0,107597	-20,0985
Randers/Hardi-Mark 2	Spor 2	MD04-12km/h	-2,47431	0,101503	-15,888
Randers/Hardi-Mark 2	Spor 2	MD04-18km/h	-2,20532	0,105507	-18,5291
Randers/Hardi-Mark 2	Spor 2	F04-12km/h	-2,41105	0,133051	-21,3726
Randers/Hardi-Mark 2	Spor 2	F06-18km/h	-2,37883	0,117306	-19,0986
Randers/Hardi-Mark 2	Spor 2	F04 TWIN-12km/h	-2,33647	0,118224	-19,597
Randers/Hardi-Mark 2	Spor 2	F06 TWIN-18km/h	-2,23104	0,104527	-18,1454

Vojens/Amazonen-Mark 1	Spor 1	LD02-6km/h	0,415824	0,060674	56,51215
Vojens/Amazonen-Mark 1	Spor 1	MD02-6km/h	-1,75904	0,050929	-11,2134
Vojens/Amazonen-Mark 1	Spor 1	MD04-12km/h	-1,9665	0,025932	-5,10727
Vojens/Amazonen-Mark 1	Spor 1	MD04-18km/h	-2,1345	0,022897	-4,15454
Vojens/Amazonen-Mark 1	Spor 1	F04-12km/h	0,907152	0,108366	46,26567
Vojens/Amazonen-Mark 1	Spor 1	F06-18km/h	0,4694	0,060836	50,19529
Vojens/Amazonen-Mark 1	Spor 1	Hi-Speed-12km/h	-2,54891	0	-0
Vojens/Amazonen-Mark 1	Spor 1	Hi-Speed-18km/h	0,893278	0,030493	13,22094
Vojens/Amazonen-Mark 1	Spor 2	LD02-6km/h	-0,4653	0,02639	-21,9662
Vojens/Amazonen-Mark 1	Spor 2	MD02-6km/h	-3,39056	0,077999	-8,9097
Vojens/Amazonen-Mark 1	Spor 2	MD04-12km/h	-2,85304	0,071761	-9,74148
Vojens/Amazonen-Mark 1	Spor 2	MD04-18km/h	-2,58908	0,017804	-2,66329
Vojens/Amazonen-Mark 1	Spor 2	F04-12km/h	-0,4653	0,02639	-21,9662
Vojens/Amazonen-Mark 1	Spor 2	F06-18km/h	-2,72546	0,066731	-9,48275
Vojens/Amazonen-Mark 1	Spor 2	Hi-Speed-12km/h	-1,73653	0,045591	-10,1682
Vojens/Amazonen-Mark 1	Spor 2	Hi-Speed-18km/h	-0,47873	0,026874	-21,7414
Vojens/Amazonen-Mark 2	Spor 1	LD02-6km/h	-2,40051	0,065768	-10,6111
Vojens/Amazonen-Mark 2	Spor 1	MD02-6km/h	-2,98268	0,027397	-3,5575
Vojens/Amazonen-Mark 2	Spor 1	MD04-12km/h	-2,66942	0,016104	-2,33653
Vojens/Amazonen-Mark 2	Spor 1	MD04-18km/h	-2,97264	0,056623	-7,37732
Vojens/Amazonen-Mark 2	Spor 1	F04-12km/h	-3,27357	0,073702	-8,71977
Vojens/Amazonen-Mark 2	Spor 1	F06-18km/h	-2,54891	0	-0
Vojens/Amazonen-Mark 2	Spor 1	Hi-Speed-12km/h	-2,83139	0,070622	-9,66013
Vojens/Amazonen-Mark 2	Spor 1	Hi-Speed-18km/h	-2,15539	0,056938	-10,2311
Vojens/Amazonen-Mark 2	Spor 2	LD02-6km/h	-2,14082	0,065768	-11,8982
Vojens/Amazonen-Mark 2	Spor 2	MD02-6km/h	-3,37594	0,030151	-3,45905
Vojens/Amazonen-Mark 2	Spor 2	MD04-12km/h	-3,46444	0,043453	-4,85768
Vojens/Amazonen-Mark 2	Spor 2	MD04-18km/h	-3,29794	0,022996	-2,70059
Vojens/Amazonen-Mark 2	Spor 2	F04-12km/h	-1,65531	0,035339	-8,26845
Vojens/Amazonen-Mark 2	Spor 2	F06-18km/h	-1,41841	0,04038	-11,0257
Vojens/Amazonen-Mark 2	Spor 2	Hi-Speed-12km/h	-3,07857	0	-0
Vojens/Amazonen-Mark 2	Spor 2	Hi-Speed-18km/h	-2,28922	0,074197	-12,5529

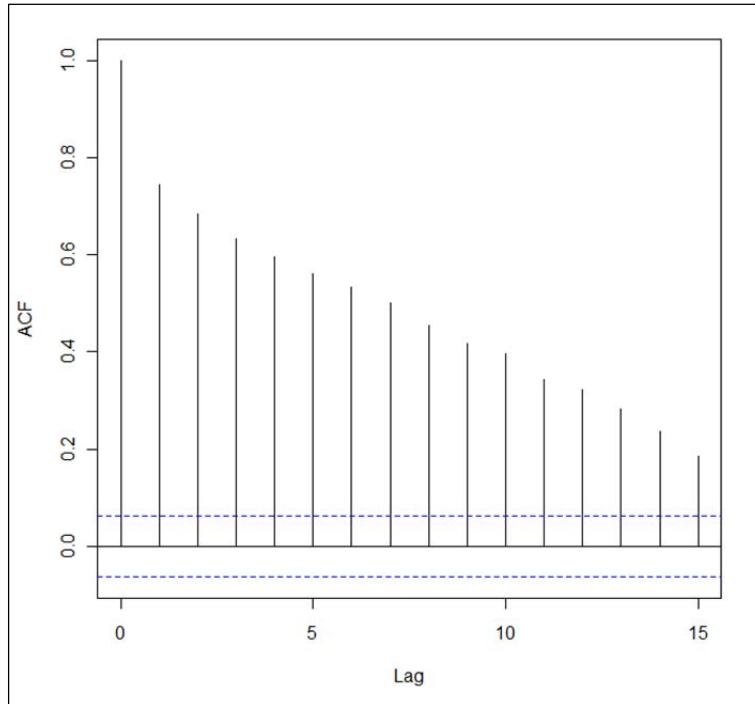




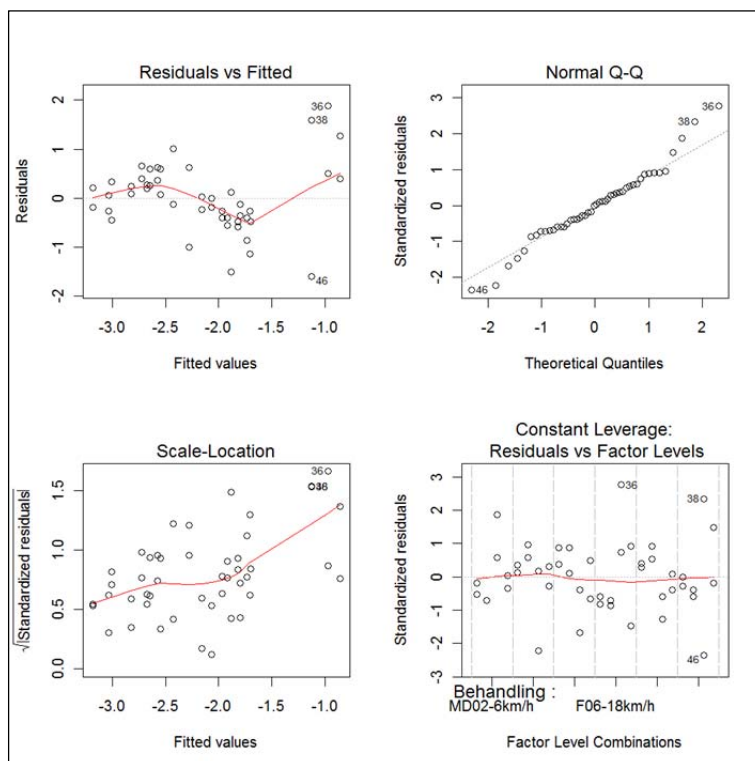
Figur A. Logit-transformerede biomasse vurderinger i procent observeret langs rækken (observationsnr.) for hver behandlingsgentagelse. Bemærk F06 TWIN-18 km/h i mark 2, 1. gentagelse, fra Randers. Denne behandlingsgentagelse blev fjernet fra analyserne pga. den kraftige trend indenfor behandlingen.



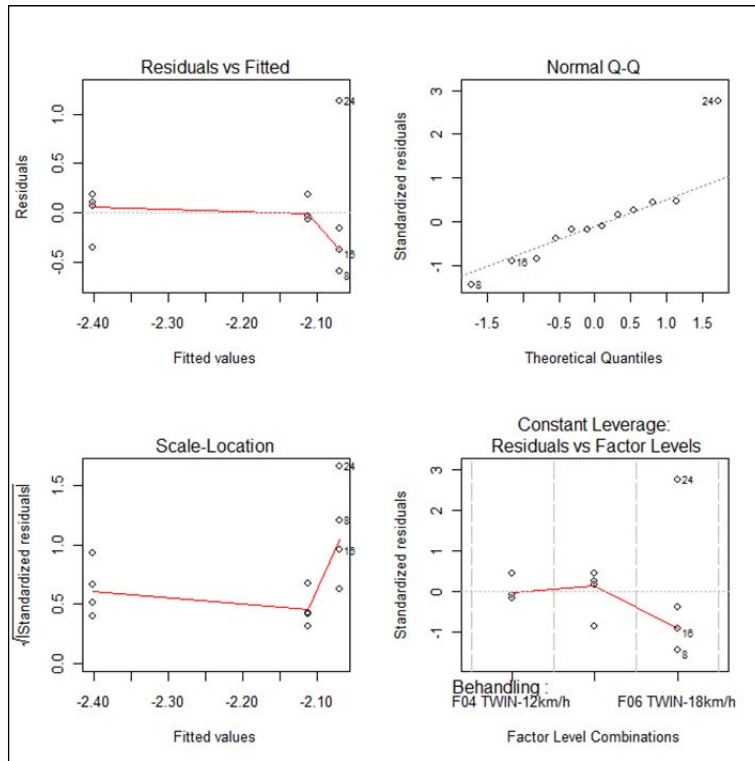
Figur B. Fordelingen af logit-transformerede biomasse vurderinger for hver behandling indenfor mark og lokalitet. Bemærk den mere ensartede og lavere variation i Randers, sammenlignet med Vojens. Især Vojens mark 1 er præget af stor variation både indenfor og i mellem behandlingerne.



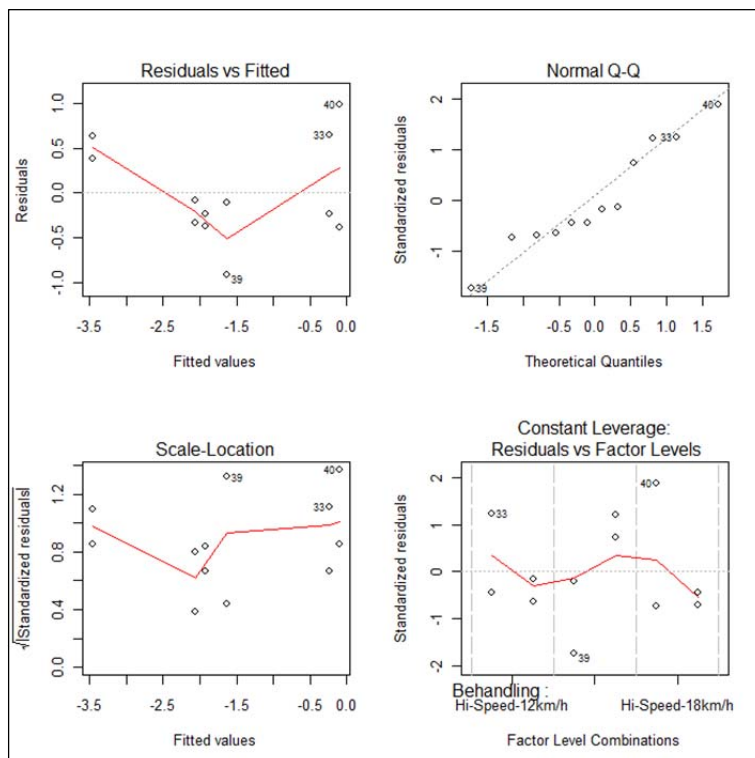
Figur C. Autokorrelationsfunktionen for biomassevurderinger indenfor behandling. ACF funktionen afbilder afhængigheden (=korrelationen) mellem residualerne for biomassevurderinger fra model A der ligger  $x$  antal observationer fra hinanden (lag). Lag 1, dvs. observationer der ligger umiddelbart i forlængelse af hinanden, har en korrelation på 0,744; lag 15, dvs. observationer der ligger 15 observationer fra hinanden, har en korrelation på 0,19, og denne korrelation er stadigvæk signifikant. Signifikansgrænsen er angivet som stiplet linje.



Figur D. Model tjek, model A.



Figur E. Model tjek, model R.



Figur F. Model tjek, model V.

## BILAG 2. BILLEDER

---

I dette bilag vises billeder af sprøjtevæsken tilsat et optisk sporstof, som fremkaldes ved hjælp af ultraviolet lys. Der vises eksempler med udvalgte dysetyper. Ved alle de viste sprøjteknikker er der sprøjtet med 160 l/ha.



Foto 1. Lavdriftdyse 02, 6 km/t.



Foto 2. Lavdriftdyse 02, 6 km/t.





Foto 3. Fladsprededyse 04, 12 km/t.

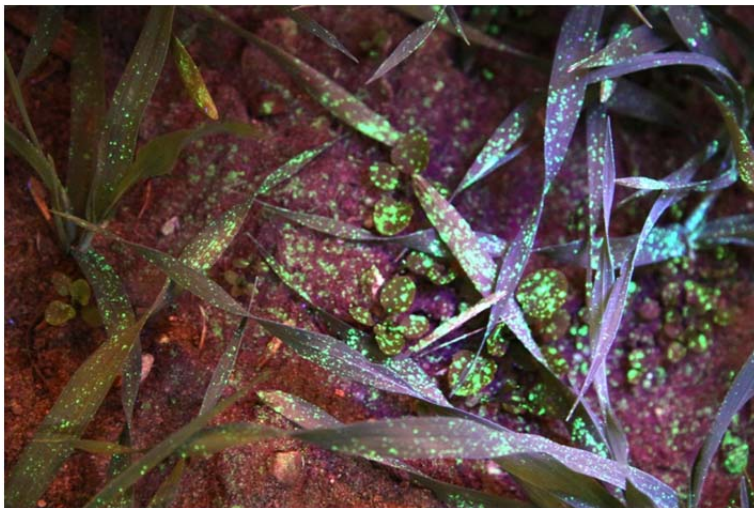


Foto 4. Kompakt luftinjektionsdyse 04, 12 km/t.



Foto 5. Fladsprededyse 04 med luftassistance Hardi TWIN, 18 km/t.



Foto 6. Fladsprededyse 04 med luftassistance Hardi TWIN, 18 km/t.

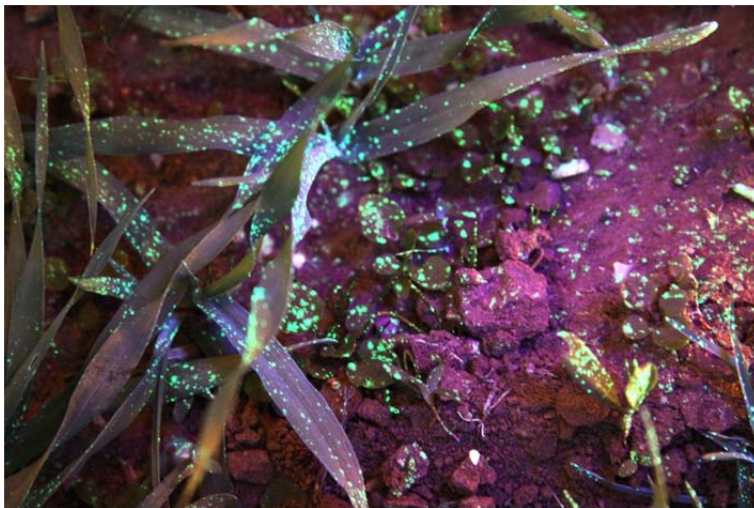


Foto 7. Hi-Speed dyse 025, 12 km/t.

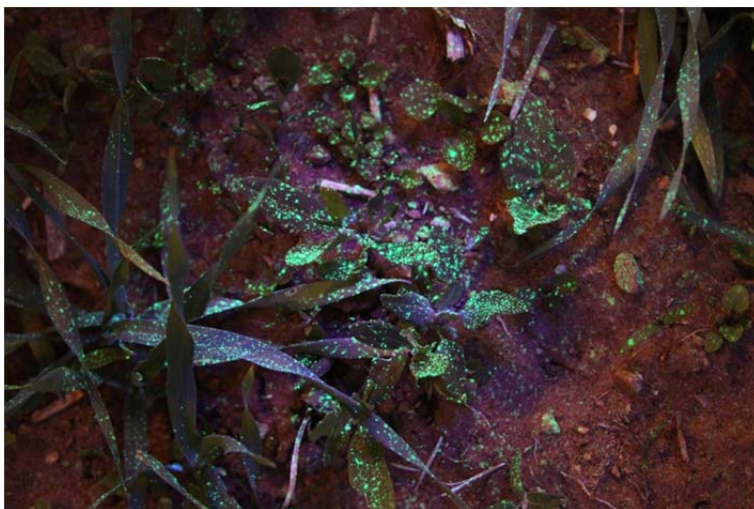


Foto 8. Hi-Speed dyse 04, 18 km/t.



## VIDENCENTRET FOR LANDBRUG

Agro Food Park 15    T +45 8740 5000  
Skejby                    F +45 8740 5010  
DK 8200 Århus N      vfl.dk

