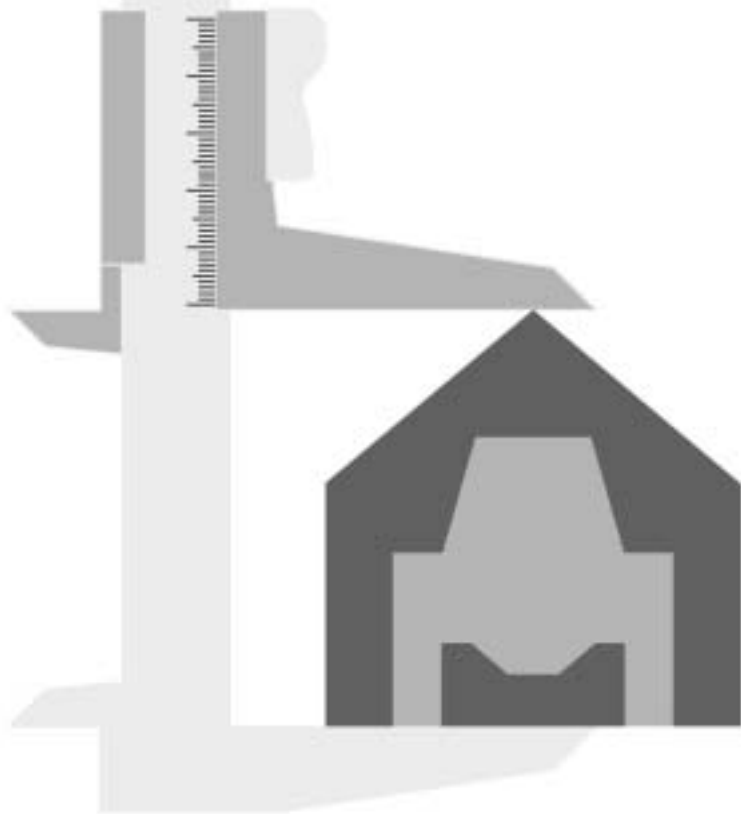


FarmTest - Planteavl nr. 2 - 2001

Marksprøjter med injektionssystem og GPS



Marksprøjter med injektionssystem og GPS

Udarbejdet af:
Hans Henrik Pedersen og Carl Høj Laursen
Landskontoret for Bygninger og Maskiner



Landbrugets Rådgivningscenter

Landskontoret for Bygninger og Maskiner

Udkørsvej 15, Skejby · 8200 Århus N · Telefon 87 40 50 00 · Telefax 87 40 50 10

Titel: Marksprøjter med injektionssystem og GPS
Forfattere: Hans Henrik Pedersen og Carl Høj Laursen
Landskontoret for Bygninger og Maskiner
Layout: Berit L. Kolind, Landskontoret for Bygninger og Maskiner
Tryk: Landbrugets Rådgivningscenter
Udgave: 1. udgave 2001
Oplag: 40 stk.
Udgiver: Landbrugets Rådgivningscenter
Landskontoret for Bygninger og Maskiner
Udkærsvvej 15, Skejby
8200 Århus N
Telefon 8740 5000 • fax 8740 5010
ISSN: 1601-6777

Indholdsfortegnelse

| | |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Forord | 5 |
| 2. Sammendrag og konklusioner | 6 |
| 3. anbefalinger | 7 |
| 4. Baggrund | 8 |
| 5. Formål | 8 |
| 6. Teknik | 9 |
| 6.1 Raven monteret på Hardi Commander 24 m. sprøjte. | 10 |
| 6.2 LH Multiflow monteret på Kyndestoft Uniflyg 24 m. sprøjte | 13 |
| 7. Forsøgsmetode | 16 |
| 7.1 Måling af forsinkelse | 16 |
| 7.2 Doseringsnøjagtighed | 17 |
| 8. Resultater - reaktionsforsinkelse | 18 |
| 8.1 Raven injektion monteret på Hardi Commander | 19 |
| 8.2. LH Multiflow monteret på Kyndentoft Uniflyg | 22 |
| 9. Resultater - doseringsnøjagtighed: | 25 |

1. Forord

En stigende interesse for injektionssystemer til marksprøjter var årsagen til, at Landskontoret for Bygninger og maskiner satte sig for at undersøge, hvorvidt disse systemer kan benyttes i forbindelse med positionsbestemt sprøjtning.

LH Technologies A/S samt Hardi International A/S har været behjælpelig med at skaffe de to injektionssystemer, der er undersøgt. Kyndestoft Maskinfabrik har været behjælpelig med at modificere slangeføringen på den ene af de undersøgte sprøjter.

Undersøgelserne er foretaget på henholdsvis Giesegård gods ved Ringsted og ved gårdejer Peter Wehner, Øster Åbølling ved Ribe. Begge steder er vi blevet hjulpet godt på vej med hensyn til udpegning af testareal og instruktion i brug af systemerne.

Jeg takker hermed alle, der har medvirket til at gøre denne undersøgelse mulig.

Skejby, december 2001
Landskontoret for Bygninger og Maskiner

Hans Henrik Pedersen

2. Sammendrag og konklusioner

Med et injektionssystem på en marksprøjte sprøjtes bekæmpelsesmidler ind i væskestrømmen imellem sprøjtens tank og sprøjtebommen. Herved er det muligt at variere doseringen af et eller flere pesticider, så det afstemmes med behovet for planteværn.

I denne undersøgelse er to hydrauliske marksprøjter undersøgt. Sprøjterne er undersøgt for reaktionstid eller rettere reaktionslængde: Hvor mange meter kører sprøjten, fra der er anfordret et doseringsskifte til doseringen reelt sker i marken? Dette er målt ved at udsprøjte sort farvestof på papirbaner. Undersøgelsen blev udført under normale sprøjtebetingelser. Der blev udbragt 150 liter væske pr. ha.

Den ene sprøjte var monteret med standard slangeføring. Reaktionslængden for denne var op til 90 meter, før alle dyser gav tilstrækkelig dosering (75% af ønsket dosering).

Den anden sprøjte var til denne undersøgelse monteret med slanger og sprøjtebom med mindre dimension end normalt. Reaktionslængden for denne var op til 47 meter, før alle dyser gav tilstrækkelig dosering (75% af ønsket dosering).

Reaktionslængden ved aftagende dosering blev også målt. Reaktionslængden var på samme niveau som ved stigende dosering for begge sprøjters vedkommende.

Dimensioner af slanger og rør mellem injektionspunktet og de enkelte dyser blev målt op. På de to sprøjter kunne reaktionslængden med rimelig sikkerhed beregnes ud fra væskemængde og strømningshastighed i slanger og rør.

Doseringsnøjagtigheden af de to sprøjter ved varierende doseringsniveauer blev også undersøgt. Doseringsnøjagtigheden var generelt god.

De to undersøgte injektionssystemer kan kobles sammen med elektronik, der kan styre injektionen automatisk ved brug af GPS. Det kræver dog for begge systemers vedkommende brug af udenlandske edb-programmer.

3. Anbefalinger

Såfremt man ønsker, at udsprøjte varierede doseringer med injektionssystem på en given mark-sprøjte skal monteringen nøjes overvejes. Standard rørføring vil normalt ikke være tilfredsstillende. Injektionspunktet skal placeres så sent i væskestrømmen som muligt, og dimensioner af slanger og rør efter injektionspunktet skal minimeres. Meget tynde slanger og rør kan imidlertid medføre væsentlige tryktab og dermed give risiko for uens fordeling fra de enkelte dyser.

En hurtigere reaktionstid kan desuden opnås ved at sprøjte med stor mængde væske for eksempel 250 – 300 liter pr. ha.

Det vurderes, at de fleste hydrauliske sprøjter kan monteres med et injektionssystem med en reaktionslængde på maksimalt 30 - 40 meter.

Ved sprøjtning med injektionssystem for eksempel ved pletsprøjtning skal der tages højde for reaktionstiden og dermed reaktionslængden.

- Når man kører ind i et område, der skal behandles, skal der doseres i hele sprøjtens bredde. Her skal reaktionslængden for den sidst reagerende dyse altså benyttes.
- Når man kører fra et område, der får bekæmpelsesmiddel til et område, der ikke skal have noget, kan kemikalietilførslen stoppes, før området forlades. Her skal reaktionslængde for den hurtigst reagerende dyse benyttes.

4. Baggrund

Ukrudt og andre skadevoldere varierer ofte inden for den samme mark både i antal og i sammensætning. Det vil derfor være en fordel at kunne variere doseringen af flere bekæmpelsesmidler. Dette er muligt med injektionssystemer.

Med disse systemer vil der være en forsinkelse, fra et bekæmpelsesmiddel sprøjtes ind i væskestrømmen, til midlet udsprøjtes på marken. For at kunne benytte injektionssprøjter til for eksempel pletsprøjtninger er det vigtigt at kende denne forsinkelse, så tilførslen af pesticider sker på rette sted.

5. Formål

Formålet med denne FarmTest har været at undersøge fordeling af bekæmpelsesmiddel efter marksprøjter med injektionssystem. Herunder primært forsinkelsen fra der anfordres en doseringsændring, til effekten sker i form af, at midlet ender på marken.

Resultatet af disse målinger kan benyttes til at justere tidspunktet for doseringsændringer i forbindelse med positionsbestemt plantebeskyttelse.

Doseringsnøjagtigheden ved varierede doseringer er desuden undersøgt. Det er væsentligt, at et injektionssystem kan dosere præcist ved både høj og lav dosering.

6. Teknik

Sprøjter, elektronik og injektionssystemer, der er undersøgt, er stillet til rådighed med velvillig hjælp af fabrikanterne.

LH Technologies A/S og Danfoil Production A/S, der markedsfører injektionssystemer, blev indbudt til at medvirke i denne undersøgelse. Desuden indgik et Raven injektionssystem i undersøgelsen. Dette system blev stillet til rådighed af Hardi International.

Det lykkedes ikke at skaffe et Danfoil injektionssystem til denne undersøgelse, fordi systemet endnu ikke var modent til afprøvning ifølge fabrikanten. Undersøgelse af Danfoils injektionssystem vil eventuelt foregå på et senere tidspunkt.

Resultaterne gælder kun for de testede sprøjter. Der kan ikke konkluderes generelt for hverken injektionssystem eller for sprøjtefabrikat. Doseringsforsinkelsen for en given sprøjte vil afhænge af den aktuelle rørføring samt af, hvor i væskeforløbet injektionspunktet er placeret.

| Injektionssystem | Monteret på sprøjte |
|---------------------|---------------------------------------------|
| <u>Raven</u> | <u>Hardi – Commander 24 m bugseret</u> |
| <u>LH Multiflow</u> | <u>Kyndestoft Uniflyg 24 meter bugseret</u> |

6.1 Raven monteret på Hardi Commander 24 m. sprøjte.

Det undersøgte injektionssystem bestod af fem beholdere med hver sin pumpe. Pumperne er stempelpumper. Den løbende doseringsændring sker ved at ændre frekvensen af stempel-slagene. På pumperne kan slaglængden for stemplet desuden indstilles i trin, så pumperne kan dække et bredere doseringsinterval. Slaglængden kan dog ikke ændres under kørslen.

Den testede pumpe var indstillet til at kunne dosere fra 0,1 til 1,2 l/min. Dette svarer til 0,35 – 4,2 l/ha ved 24 meters arbejdsbredde og 7,2 km/t.

Ravens computer, der styrer injektionspumperne, var monteret med et GPS modul fra Raven, der kan styre doseringerne. Dette blev dog ikke benyttet under denne undersøgelse. Man kan lave doseringsplaner til Ravens system i edb-programmet [Patchwork](#).

Et Raven system med tre injektionsmoduler incl. nødvendig elektronik koster 85.000 - 120.000 kr ifølge det engelske firma Application Control, der importerer Raven produkter til Europa. Skal systemet også udstyres med GPS stiger priser med 10.000 - 20.000 kr. Skal systemet udstyres med fem moduler, som det undersøgte, øges prisen yderligere.



Raven injektionsmodul. Pumpen sidder i kassen foran injektionsbeholderen.



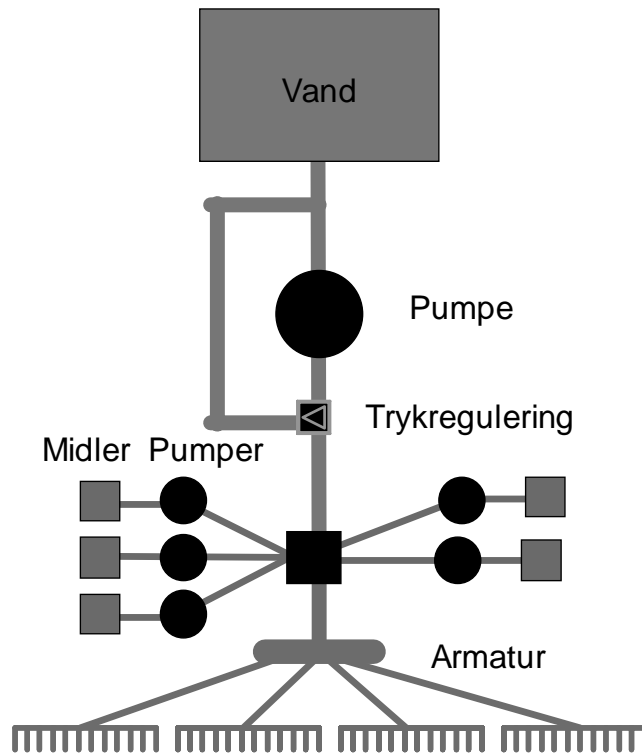
Den undersøgte Hardy Commander sprøjte monteret med Raven system med fem jektionsbeholdere.



Injektionspunktet er placeret lige før armaturet.

Det testede Raven injektionssystem er monteret på en Hardi Commander 24 m bugseret sprøjte.

Kemikalier bliver ført i slanger fra injektionspumperne frem til injektionspunktet lige før armaturet. Herfra fordeles væsken til de fire bomsektioner på hver 6 meter. De fire bomsektioner får alle indført væsken midt på den enkelte sektion. Sprøjten er monteret med standard rørføring med $\frac{3}{4}$ " slanger og et $\frac{3}{4}$ " dysedør.



Montering af det undersøgte Raven system med fem injektionsmoduler.

6.2 LH Multiflow monteret på Kyndestoft Uniflyg 24 m. sprøjte

LH Multiflow er udviklet i U.S.A., hvor det markedsføres under firmanavnet Midtech. Det undersøgte system består af tre beholdere med hver sin peristaltiske pumpe. I en peristaltisk pumpe presses midlerne gennem en plastikslange af hjul monteret på en roterende aksel. Doseringsændringer sker ved at ændre rotationshastigheden.

Den testede pumpe kan indstilles fra 0,029 til 2,9 liter/min. Dette svarer til 0,102 til 10,2 l/ha ved 24 meters arbejdsbredde og 8 km/t.

LH Multiflow kan styre flere midler med GPS input. Det sker ved brug af en bærbar computer, der monteres i traktoren. Systemet, der benyttes i U.S.A., markedsføres dog ikke i Europa.

Et LH Multiflow system, som det undersøgte med tre beholdere, koster 80.000 - 100.000 kr monteret på en sprøjte. I denne pris indgår ikke den ekstra centrifugalpumpe og øvrige specialtilpasninger på den undersøgte Kyndestoft sprøjte.



LH Multiflow system med tre injektionsbeholdere.



Den undersøgte Kyndestoft Uniflyg sprøjte med LH Multiflow med tre injektionsheholdere

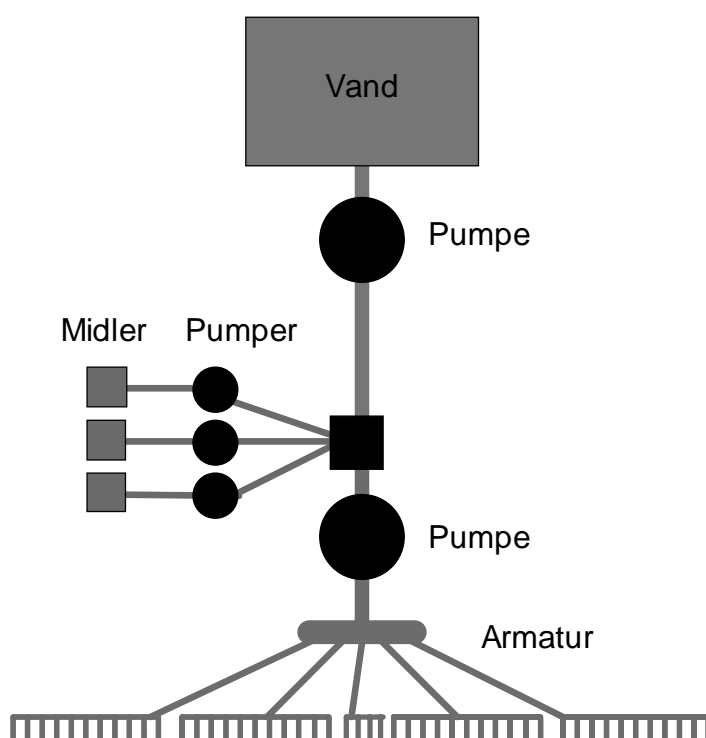


Peristaltisk (slangepumpe) på LH Multiflow

Det undersøgte LH Multiflow injektionssystem er monteret på en Kyndestoft Uniflyg bugseret sprøjte. Sprøjten er specielt opbygget. Væsken bliver ført fra tank til armatur gennem to centrifugalpumper, der begge er hydraulisk drevet. Kemikalier bliver ført i slanger fra injektionspumperne frem til injektionspunktet. Injektionspunktet er lige før den sidste pumpe, der opbygger endeligt arbejdstryk før armaturet, hvorfra væsken fordeles til de fem bomsektioner. Midtersektionen er 2 meter, og på hver side er der to sektioner på hver 5,5 meter.

Sprøjten er bygget til udbringning af flydende gødning med 1" slanger og dyserør. Til denne undersøgelse blev de to sektioner på venstre side af bommen udskiftet for at skabe hurtigere reaktion. De to sektioner blev monteret med 1/2" fødeslanger og 3/8" sprøjtebom.

Når dimensionen af slanger og sprøjtebom mindskes, er der risiko for varieret tryk og dermed varieret dosering på tværs af sprøjtebommen. Fordelingen på tværs af bommen blev målt, og der blev ikke konstateret problemer med uens fordeling.



Montering af det undersøgte LM Multiflow med tre injektionsmoduler

7. Forsøgsmetode



Papirbaner til opsamling af farvestof placeret på forsøgsareal

7.1 Måling af forsinkelse

Afsætningen af "midlet" bag sprøjterne blev målt på papirbaner, der blev rullet ud på tværs og på langs af kørselsretningen. Undersøgelserne blev foretaget på græsmarker i tørt vejr og ved ingen til let vind.

En langsgående bane blev lagt ud under den hurtigst reagerende dyse. Den langsomst reagerende dyse er for begge sprøjter den yderste dyse. For at sikre fuld væsketildeling på den anden papirbane, blev denne udlagt mellem den 2. og 3. yderste dyse. Det er dermed ikke den længste reaktionstid, der er målt på denne bane.

I reaktionsområdet blev der udover de to langsgående papirbaner udlagt et antal tværgående baner med 8-10 meters afstand. Der blev kun udlagt papir på den ene side af sprøjterne.

Som sporstof blev benyttet "Uniprint Black UG", der er et sort farvestof. Dette stof blev tilstræbt doseret med 2 l/ha.

Inden afprøvningen blev systemet spædet, hvilket vil sige, at slangen fra injektionsbeholderen til pumpen og videre til injektionspunktet blev fyldt.

Der blev gennemført to forsøgsserier:

Tiltagende dosering. Sprøjten kørte uden at dosere farve. Ved en markering blev injektionspumpen slået til (2 liter/ha). Der blev udsprøjtet på papir, indtil der var fuld dosering på tværs af hele bommen.

Aftagende dosering. Sprøjten kørte med fuld dosering af farvestof (2 liter/ha). Ved en markering blev injektionspumpen slået fra. Der blev udsprøjtet på papir, indtil der ikke blev doseret under nogen del af sprøjtebommen.

Papirrullerne blev rullet ind, når de var tørre.

Visuelt kunne det tydeligt erkendes, hvor der var afsat farve. For at få et objektive mål blev papirbanerne scannet ved brug af en almindelig flatbed scanner. Den gennemsnitlige pixelværdi for sort/hvid blev beregnet for hver scanning. En indledende analyse havde vist, at der var lineær sammenhæng mellem dosering af farvestof og den gennemsnitlige pixelværdi.

Der blev foretaget scanning for mindst hver femte meter for de langsgående baner og for hver halve meter på de tværgående baner.

7.2 Doseringsnøjagtighed

Nøjagtighed af doseringen blev målt ved tre doseringsniveauer i det interval, de pågældende pumper var i stand til at dosere. Rent vand blev sprøjtet fra en injektionsbeholder ind i væskestrømmen i en afmålt periode. Injektionsbeholderen blev vejlet før og efter, hvorefter den realiserede dosering blev beregnet. For at skabe realistiske trykforhold under injektionen blev disse målinger udført under normale driftsforhold med en total væske strøm på 150 l/ha ved 7,15 eller 8 km/t.

For LH Multiflow blev testen udført ved stilstand, idet der blev indtastet ens hastighed i computeren.

For Raven systemet foregik undersøgelsen, ved at et mindre areal blev overkørt med en konstant hastighed.

8. Resultater - reaktionsforsinkelse

Resultaterne for de to sprøjter præsenteres dels i form af to grafer med målinger fra de langsgående papirbaner. Her ses doseringsforløbet for området under dyserne med kortest reaktionstid og under 2. og 3. yderste dyse. Forløbet for den yderste dyse er også angivet. Dette er beregnet ud fra målingen mellem 2. og 3. yderste dyse suppleret med en beregnet forsinkelse herfra og ud til den yderste dyse.

Desuden er det overkørte areal for de to sprøjter præsenteret på to kort for henholdsvis stigende og faldende dosering. På disse kort er arealet, der har fået mere end 75% af den tildelte doseringsniveau markeret med sort. Af kurverne fremgår, at doseringen ved en kurve hurtigt stiger, når først der er farve ved dysen. Det er vurderet, at 75% af den ønskede dosering er tilstrækkelig til at opnå den ønskede effekt. Efter at doseringen ved en dyse er nået til dette niveau, nærmer doseringen sig fuld dosering over et længere stykke.

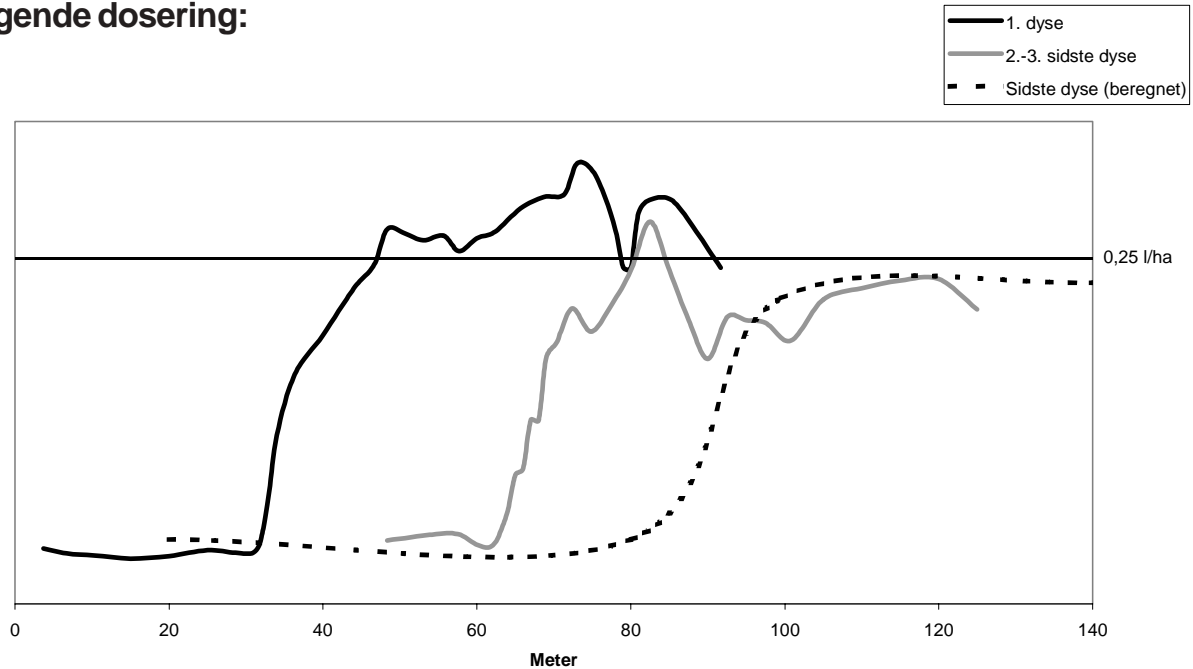
Kortene er fremkommet ved at interpolere mellem den målte afsætning på de papirbaner, der var placeret på tværs. På kortene er tildelingen i den fulde arbejdsbredde præsenteret, idet der er antaget, at højre side af sprøjten har et spejlvendt forløb i forhold til venstre halvdel. På kortene er den teoretiske forsinkelse på tværs af bommen markeret med gult.

Endeligt er hovedtal for den målte og den teoretisk beregnede forsinkelse gengivet.

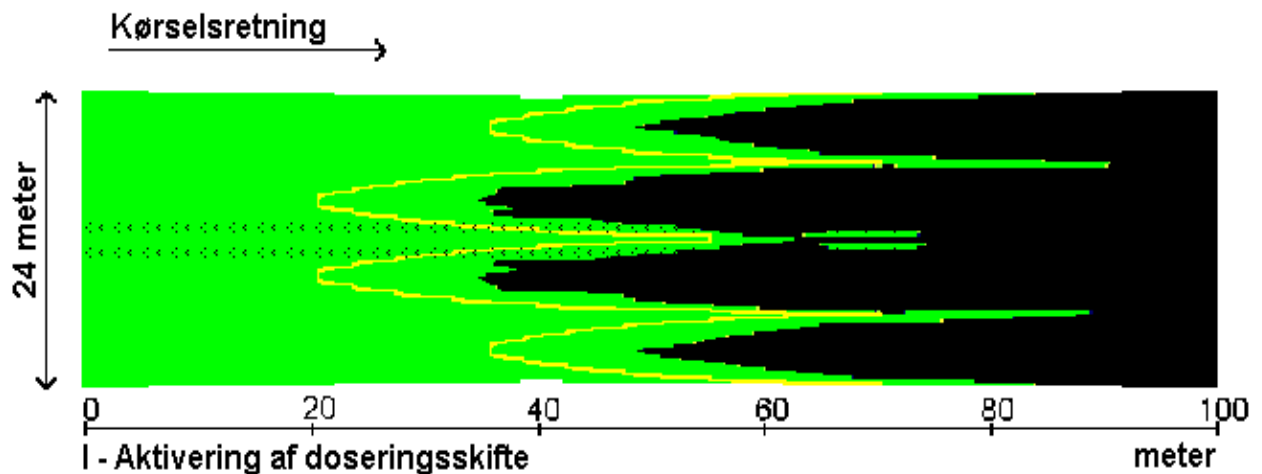
8.1 Raven injektion monteret på Hardi Commander

Ved målinger af forsinkelser blev der anvendt en injektionspumpe monteret med meget tynde slanger mellem injektionsdunken gennem injektionspumpen og videre til injektionspunktet. Pumpen var ikke i stand til at suge en tilstrækkelig stor mængde farvestof til at dosere 2 liter pr. ha. Computeren meldte fejlalarm for dette problem. Den reducerede mængde farvestof på 0,25 liter/ha gav dog tilstrækkelig afsætning på papiret til klart at kunne erkende skiftet i dosering.

Stigende dosering:

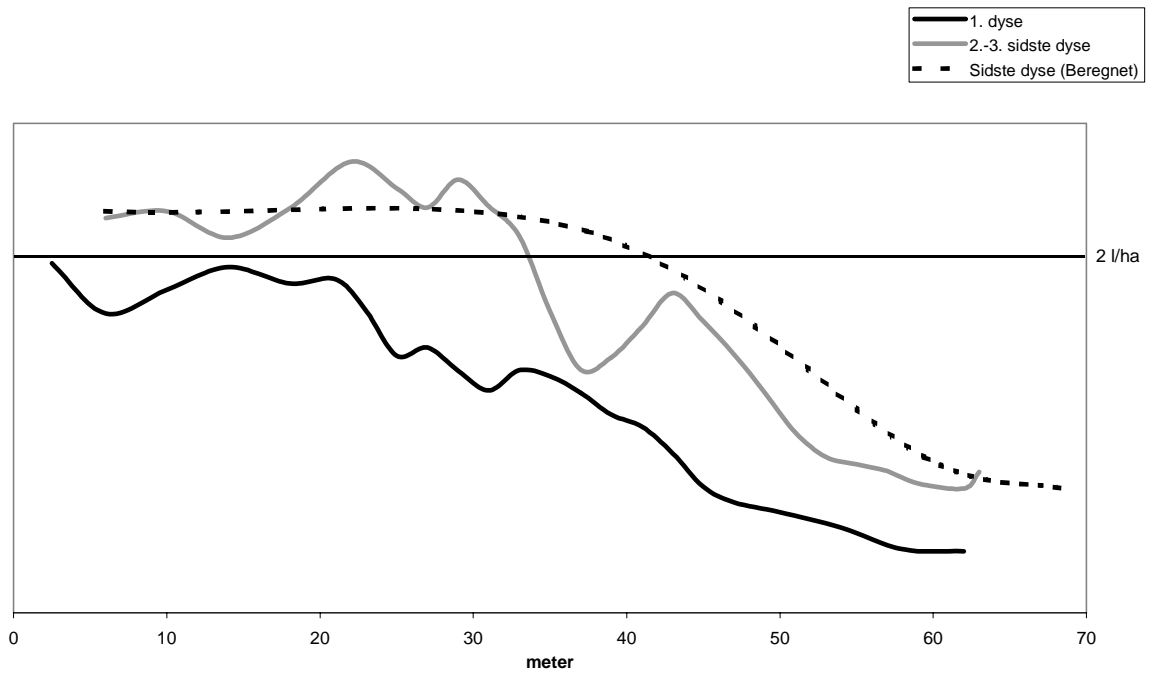


Raven-Hardi: Afsætning af farve målt på langsgående papirbaner.

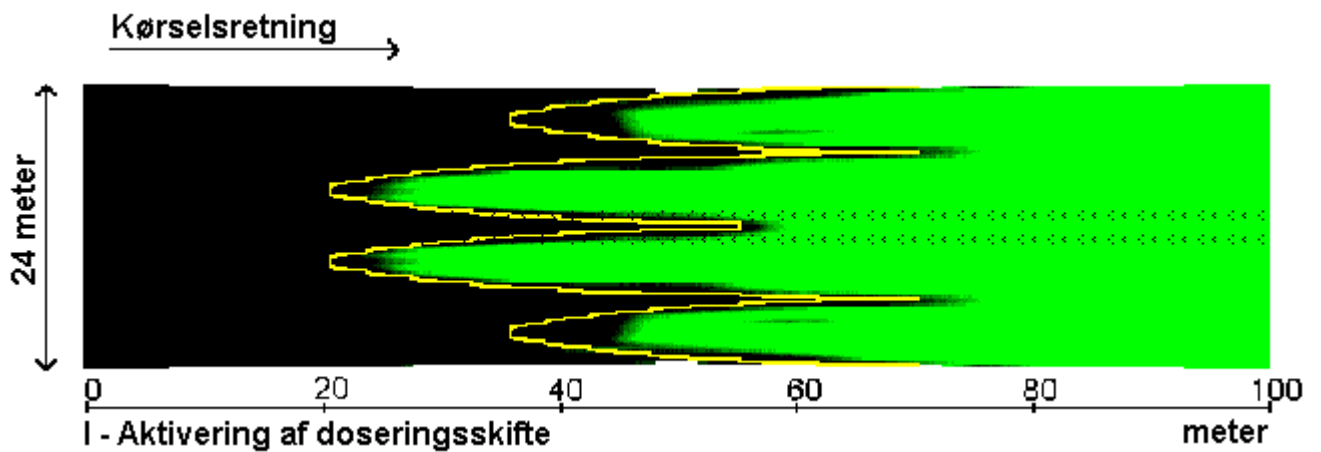


Raven-Hardi: Afsætning af farve målt på tværliggende papirbaner.

Faldende dosering:



Raven-Hardi: Afsætning af farve målt på langsgående papirbaner.



Raven-Hardi: Afsætning af farve målt på tværliggende papirbaner

Afstand for henholdsvis målte og teoretiske forsinkelser for Raven – Hardi systemet. Afstanden for de målte doseringsændringer angiver punktet, hvor den pågældende dyse har udsprøjtet 75% af den maksimale dosering.

| | Kørt afstand efter ændring (m): | |
|-------------------|---------------------------------|-------------|
| | Første dyse | Sidste dyse |
| Stigende målt | 40 | 90 |
| Faldende målt | 20 | 80 |
| Teoretisk ændring | 19 | 69 |

Ravensystemet har en tendens til at reagere langsommere ved en doseringsstigning end ved et doseringsfald. Denne træghed kan skyldes de tynde slanger, som bekæmpelsesmidler skal suges og pumpes igennem fra injektionsbeholder til injektionspunkt.

Ved brug til pletsprøjtning med 150 liter væske pr. ha bør injektionspumpe startes ca. 90 meter før, bommen kommer til området, der skal behandles. Pumpen kan stoppes 20 meter før, bommen forlader området.

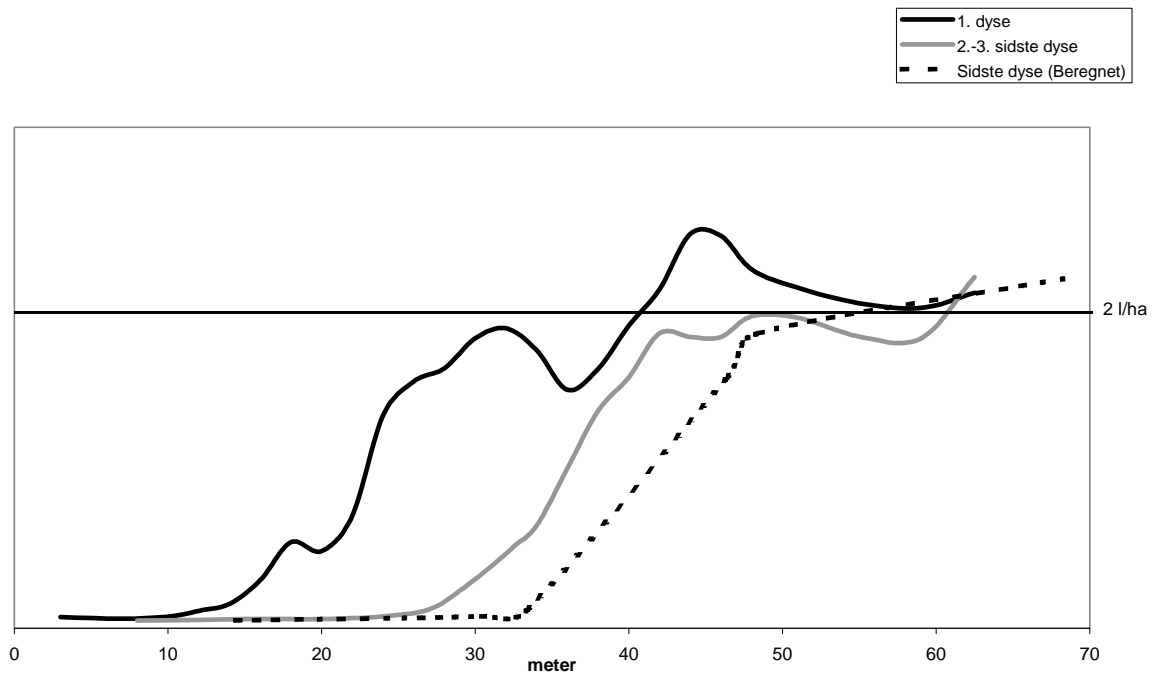
Den målte reaktion er op til 20 meter senere end den teoretisk beregnede reaktionstid.

Beregning af teoretisk forsinkelse for først og sidst reagerende dyse. Raven monteret på Hardi sprøjte.

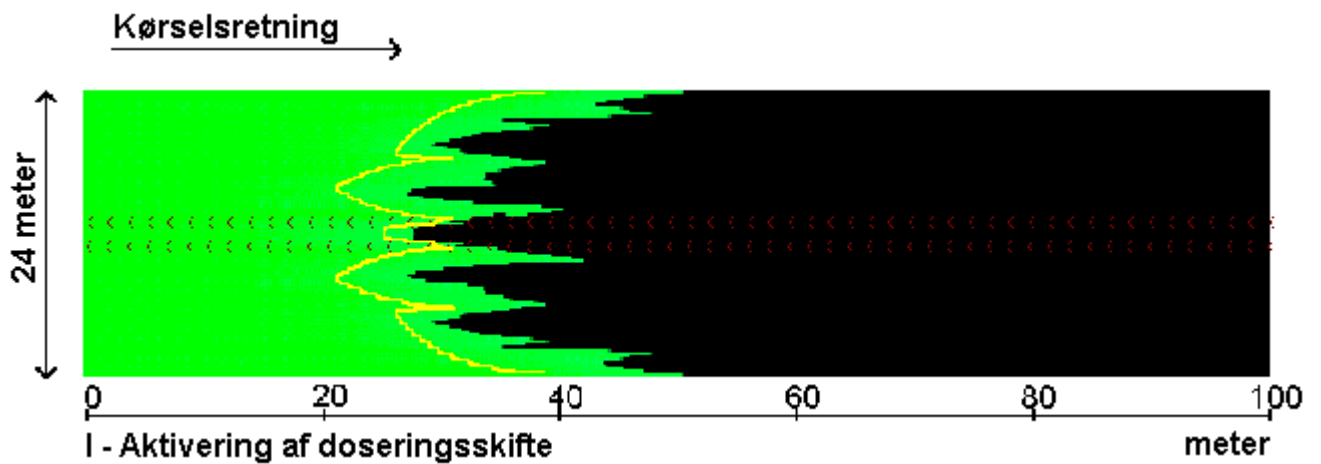
| | Dimension Ø, mm | Længde, mm | Væske mængde. liter | Reaktionstid/længde | |
|---------------------------------------|--------------------|---------------|------------------------|---------------------|-------------|
| | | | | sekunder | meter |
| Første dyse | | | | | |
| Fra injektionspunkt og gennem armatur | 54 | 700 | 1,6 | 2,2 | 4,4 |
| Fødeslange | 17 | 5.400 | 1,2 | 6,8 | 13,6 |
| Bom | 17 | 250 | 0,1 | 0,6 | 1,3 |
| I alt | | | 2,9 | 9,7 | 19,3 |
| Sidste dyse | | | | | |
| Fra injektionspunkt og gennem armatur | 54 | 700 | 1,6 | 2,2 | 4,4 |
| Fødeslange | 17 | 11.400 | 2,6 | 14,4 | 28,8 |
| Bom | 17 | 2.750 | 0,6 | 17,9 | 35,8 |
| I alt | | | 4,8 | 34,5 | 69,0 |

8.2. LH Multiflow monteret på Kyndestoft Uniflyg

Stigende dosering:

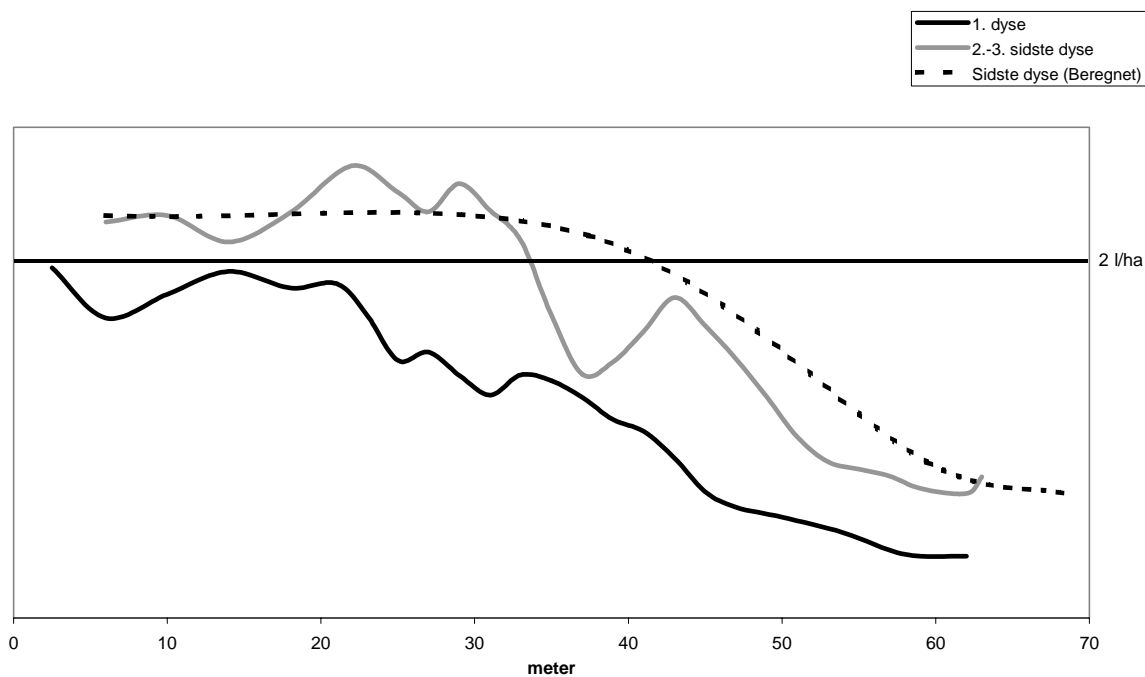


LH Multiflow-Kyndestoft. Afsætning af farve målt på langsgående papirbaner.

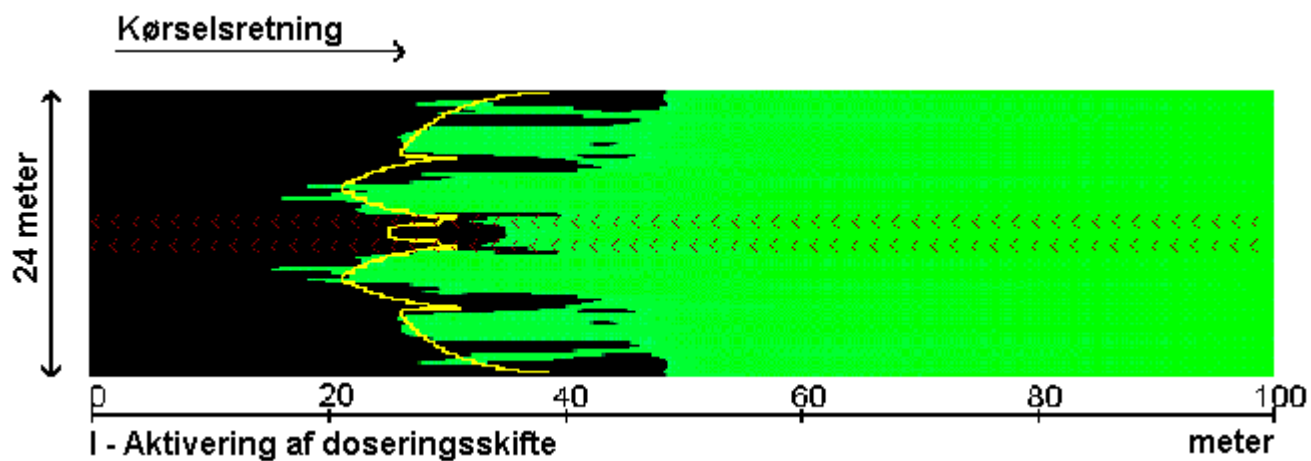


LH Multiflow-Kyndestoft: Afsætning af farve målt på tværliggende papirbaner.

Faldende dosering:



LH Multiflow-Kyndestoft: Afsætning af farve målt på langsgående papirbaner.



LH Multiflow-Kyndestoft: Afsætning af farve målt på tværliggende papirbaner.

Afstand for henholdsvis målte og teoretiske forsinkelser for Kyndestoft-LH Multiflow. Afstanden for de målte doseringsændringer angiver punktet, hvor den pågældende dyse har opnået 75% af den maksimale dosering.

| | Kørt afstand efter ændring (m): | |
|-------------------|---------------------------------|-------------|
| | Første dyse | Sidste dyse |
| Stigende målt | 23 | 47 |
| Faldende målt | 26 | 50 |
| Teoretisk ændring | 21 | 39 |

LH Multiflow reagerer ensartet ved stigende og faldende dosering.

Ved brug til pletsprøjtning med 150 liter væske pr. ha bør injektionspumpe startes ca. 50 meter før, bommen kommer til området, der skal behandles. Pumpen kan stoppes ca. 25 meter før bommen forlader området, der skal behandles.

De målte reaktionslængder er maksimalt 11 meter længere end de teoretiske beregnede.

Beregning af teoretiske forsinkelse for første og sidste reagerende dyse. LH Multiflow monteret på Kyndestoft sprøjte.

| | Dimension Ø, mm | Længde, mm | Væske mængde liter | Reaktionstid/længde | |
|---------------------------------------|--------------------|---------------|-----------------------|---------------------|-------------|
| | | | | sekunder | meter |
| Første dyse | | | | | |
| Fra injektionspunktet og gennem pumpe | | | 3,0 | 3,7 | 8,3 |
| Fra pumpe gennem armatur | 38 | 1.650 | 1,9 | 2,3 | 5,2 |
| Fødeslange | 12 | 5.500 | 0,6 | 3,4 | 7,5 |
| Bom | 9 | 250 | 0,02 | 0,2 | 0,4 |
| I alt | | | 5,5 | 9,6 | 21,4 |
| Sidste dyse | | | | | |
| Fra injektionspunktet og gennem pumpe | | | 3,0 | 3,7 | 8,3 |
| Fra pumpe gennem armatur | 38 | 1.650 | 1,9 | 2,3 | 5,2 |
| Fødeslange | 12 | 9.200 | 1,0 | 5,7 | 12,6 |
| Bom | 9 | 5.000 | 0,3 | 5,6 | 12,4 |
| I alt | | | 6,2 | 17,4 | 38,6 |

9. Resultater - doseringsnøjagtighed:

Undersøgelse af doseringsnøjagtighed målt med vand i injektionsbeholder.

Raven – doseringsnøjagtighed, målt ved 7,15 km/t

| Ønsket dosering | | Målinger | | Realiseret dosering - l/ha | Afvigelse - pct. |
|-----------------|-------|----------------|------------|----------------------------|------------------|
| l/ha | l/min | måletid - sek. | mængde - l | | |
| 4,0 | 11,44 | 90 | 1,740 | 4,05 | +2 |
| 2,0 | 5,72 | 90 | 0,865 | 2,02 | +1 |
| 2,0*) | 5,64 | 90 | 0,870 | 2,06 | +1 |
| 0,5 | 1,43 | 180 | 0,445 | 0,52 | +4 |

*) gennemført ved 7,05 km/t

Pumpen giver en god doseringsnøjagtighed indenfor det mulige doseringsinterval. De målte unøjagtigheder ligger inden for måleusikkerheden ved den benyttede metode.

LH Multiflow – doseringsnøjagtighed, målt ved 8,0 km/t

| Ønsket dosering | | Målinger | | Realiseret dosering - l/ha | Afvigelse - pct. |
|-----------------|-------|----------------|------------|----------------------------|------------------|
| l/ha | l/min | måletid - sek. | mængde - l | | |
| 8,0 | 2,56 | 60 | 2,560 | 7,2 | -10 |
| 8,0 | 2,56 | 60 | 2,560 | 7,4 | -7 |
| 2,0 | 0,64 | 60 | 0,640 | 2,0 | +2 |
| 2,0 | 0,64 | 60 | 0,640 | 2,0 | +2 |
| 0,2 | 0,064 | 120 | 0,128 | 0,14 | -30 |

Pumpen, der har en stor doseringsbredde, giver en tilfredsstillende dosering. Ved 2 l pr. ha ligger de målte unøjagtigheder inden for måleusikkerheden ved den benyttede metode. Ved høj og lav dosering er der en tendens til underdosering.