



VIDENCENTRET FOR LANDBRUG

FarmTest

Injektionssprøjter

Maskiner og planteavl 122





Titel: Injektionssprøjter
Forfattere: Konsulent Henning Sjørslev Lyngvig, Videncentret for Landbrug
Innovationskonsulent Niels Enggård Klausen, AgroTech
Review: Specialkonsulent Michael Højholdt, Videncentret for Landbrug
Layout: Connie Vyrzt Pedersen, Lisbeth Andersen Larsen,
Videncentret for Landbrug
Tryk: Videncentret for Landbrug
Udgave: 1. udgave, marts 2012
Oplag: Antal: 20 stk.
Udgiver: Videncentret for Landbrug
Agro Food Park 15, Skejby
8200 Aarhus N
Telefon 8740 5000 | Fax 8740 5010
E-mail: farmtest@vfl.dk
www.farmtest.dk
ISSN 1601-6777

Injektionssprøjter

Af konsulent Henning Sjørlev Lyngvig, Videncentret for Landbrug
og innovationskonsulent Niels Enggård Klausen, AgroTech

Den Europæiske Union ved Den Europæiske Fond for Udvikling af Landdistrikter og Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri har deltaget i finansieringen af denne Farm-Test.



INDHOLD

Indhold.....	3
1. Forord.....	4
2. Sammendrag.....	5
3. Baggrund.....	6
Kommentar til de afprøvede sprøjter.....	6
Formål.....	7
4. Danfoil.....	8
Injektionssystemet.....	8
Teknisk virkemåde.....	10
Anvendelse af injektionssystemet.....	10
Rengøring.....	11
Sprøjtestyring.....	11
Landmandens mening.....	13
5. Kyndestoft.....	14
Injektionssystemet.....	14
Teknisk virkemåde.....	15
Anvendelse af injektionssystemet.....	16
Rengøring.....	16
Sprøjtestyring.....	17
Landmandens mening.....	18
6. Måling af reaktionstid.....	20
Metode.....	20
Resultat for Danfoil.....	21
Resultat for Kyndestoft.....	23
Kontrol af injektionspumperne.....	24
7. Konklusion.....	26
8. Sprøjtefabrikanternes kommentarer.....	27
Danfoil.....	27
Kyndestoft.....	28

1. FORORD

Denne FarmTest er lavet af medarbejdere ved Videncentret for Landbrug, Planteproduktion og AgroTech. Forfatterne ønsker at takke Danfoil og Kyndestoft for et godt samarbejde under forberedelserne og udførelsen af denne FarmTest.

Vi vil også gerne takke:

- Niels Holmgård, driftsleder på Nørre Halgård, for deltagelse under afprøvningen af Kyndestoft injektionssprøjte og hans erfaringer fra praktisk brug af sprøjten.
- Thor Gunnar Kofoed, Bornholm, for hans erfaringer fra praktisk brug af sprøjten.

2. SAMMENDRAG

Formålet med denne FarmTest er at belyse injektionssprøjternes funktionalitet og mulighed for at anvende injektionssprøjterne til pletsprøjtning. Injektionssprøjter har den store force, at der kan medbringes mellem to og seks sprøjtemidler, der kan tildeles uafhængigt af hinanden, f.eks. på forskellige marker eller forskellige steder i marken.

Injektionssprøjternes helt store fordel er muligheden for at medbringe sprøjtemidler til flere forskellige opgaver og at kunne skifte mellem sprøjtemidler uden at vaske sprøjte-tanken. Det kan lade sig gøre, fordi sprøjtetanken kun indeholder rent vand. Injektions-sprøjter er oplagte at bruge ved pletsprøjtning, da de gør det muligt at skifte mellem sprøjtemidlerne hurtigt.

De to afprøvede sprøjter er meget forskelligt opbygget. Hvor Danfoil anvender elektroni-ske løsninger i stor udstrækning, anvender Kyndestoft en mekanisk injektionspumpe. Begge systemer kan dosere nøjagtigt.

Pletsprøjtning udføres i dag primært med manuel betjening. Ved manuel styring af plet-sprøjtning med injektionssprøjter er reaktionslængden vigtig. Reaktionslængden (0-75 pct. af ønsket dosis på den sidst reagerende dyse) er på de to sprøjter målt til ca. 165 meter for Danfoil og ca. 275 meter for Kyndestoft.

Vi vurderer, at sprøjteføreren vil have svært ved at bedømme disse afstande nøjagtigt, mens der køres i marken. Derfor er der en risiko for, at injektionspumpen tændes for tid-ligt, for at sprøjteføreren kan være sikker på at opnå en tilstrækkelig dosis før pletten.

En tidligere FarmTest har vist, at reaktionslængden kan reduceres betragteligt ved at ændre dimensioneringen af rørføringen eller ved flytning af sprøjtens injektionspunkt. Denne form for optimering af standardsprøjterne anbefales til pletsprøjtning.

Ved sprøjtning af hele marker, delarealer eller foragre har en stor reaktionslængde ikke væsentlig betydning.

3. BAGGRUND

Ukrudtsprøjtning er traditionelt foregået med en gennemgående behandling, hvor tankblandingen er valgt på baggrund af den ukrudtsbestand, der er dominerende i størsteparten af markerne. Der vil ofte være ukrudtsarter i dele af markerne, som den valgte ukrudtsprøjtning ikke bekæmper.

Dette kan løses ved at foretage en supplerende pletsprøjtning i markerne. En del landbrug vælger dog en generel tilsætning af det ekstra sprøjtemiddel ved en anden planlagt sprøjtning som et alternativ til pletsprøjtning. Herved spares den ekstra kørsel, som en pletsprøjtning medfører. Injektionssprøjter er i denne sammenhæng interessante, da de kan udføre pletsprøjtninger samtidig med en anden behandling.

Disse pletsprøjtninger kan man fremadrettet ønske sig styret via elektroniske markkort eller - som nu – manuelt betjent. Ved manuel betjening skal sprøjteføreren aktivere et eller flere ekstra sprøjtemidler, når han kommer til en plet. Et fokusområde i denne forbindelse er reaktionstiden. Hvor lang tid tager det, fra et sprøjtemiddel bliver aktiveret på sprøjtens styring, til sprøjtemidlet når den tilstræbte dosis ved den fjerneste dyse på sprøjtebommen? Og hvor lang tid tager det efterfølgende, fra der slukkes for sprøjtemidlet på sprøjtens styring, til sprøjtemidlet er fortyndet ud?

Spørgsmålene er vigtige, fordi det har stor betydning, hvor hurtigt en fuld opblanding opnås, hvis sprøjteføreren skal have mulighed for at udføre pletsprøjtningerne manuelt. I teorien skal sprøjteføreren aktivere injektionspumpen, reaktionslængden før han når til pletten og slukke den igen, når reaktionslængden før plettens afslutning nås. Dette er muligt ved mindre reaktionslængder.

Ved større reaktionslængder vil det være vanskeligt at vurdere afstanden nøjagtigt i farten. Det kan i praksis medføre, at sprøjteføreren aktiverer tilsætning af sprøjtemidlet for tidligt og afbryder tilsætning af sprøjtemidlet for sent. Disse forhold vil reducere besparelsen af sprøjtemidlet. Ved fremtidig anvendelse af elektroniske markkort kan sprøjtningen beregningsmæssigt kompensere for reaktionstiden.

Kommentar til de afprøvede sprøjter

I FarmTesten blev der lagt vægt på at afprøve injektionssprøjter i fabriks- og standardopsætning. Danfoil meddelte før FarmTestens udførelse, at deres injektionssprøjte primært er en "maskinstationsmaskine", og at den ikke er specielt optimeret til pletsprøjtning. Danfoils force er den store kapacitet. Kombineret med injektion muliggør det sprøjtning med forskellige sprøjtemidler på forskellige afgrøder uden en stor rengøring.

Injektionssprøjten fra Kyndestoft blev afprøvet i en udgave, der også havde været anvendt til flydende gødning. Sprøjten blev monteret med 1-1,5" rørføring fra injektionspumperne til armaturet, for at kunne håndtere de nødvendige væskemængder til flydende gødning. Rørføring i stor diameter forøger reaktionslængden.

Formål

Der var forud for FarmTesten undersøgt, hvilke injektionssprøjter der forhandles på det danske marked. Danfoil, Kyndestoft og Scan Sprayer blev tilbudt deltagelse. Alle tre fabrikater var på forhånd positivt indstillet.

Scan Sprayers injektionssprøjte nåede ikke at blive færdigudviklet til afprøvning i 2011.

FarmTesten belyser flg.:

- Hvilket funktionsprincip anvender de tre sprøjter?
- Hvad er den stigende reaktionstid? Den defineres som tiden fra sprøjtemidlet aktiveres, til sprøjtevæsken når den tilstræbte dosis ved sidste dyse på sprøjtebommen.
- Hvad er den faldende reaktionstid? Den defineres som tiden fra sprøjtemidlet deaktiveres, til sprøjtemidlet er ude af sprøjtebommen.
- Hvor godt er systemet til manuel pletsprøjtning, som det er i dag?
- Vurdering af arbejdsvenlighed i forbindelse med håndtering af kemikaliedunke monteret på injektionssprøjten.
- Hvordan vurderer brugere af Danfoil og Kyndestoft deres injektionssprøjter?

4. DANFOIL

Den testede sprøjte er en liftophængt Danfoil Airboss med 20 m bom og en vandtank på 1.000 l. Der er desuden en 100 l vandtank til rengøring, en tank til rengøringsmiddel og en 15 l tank til håndvask. Vaskevandet opvarmes af hydraulikken til 40-60 grader.

Bommen er opdelt asymmetrisk i syv sektioner: 2 m + 2 m + 4 m + 4 m + 4 m + 2 m + 2 m. Danfoil anvender deres velkendte system med forstøvere til opblanding af sprøjtevæsken i luftstrømmen. Afstanden mellem forstøverne er 16,1 cm.

Sprøjten er udstyret med to pumper: En til forsyning af sprøjtevæske til forstøverne og en til omrøring af 1.000 l-tanken. Begge er hydraulisk drevet, og begge kan indstilles hydraulisk til to hastigheder, så pumpernes ydelse kan justeres i forhold til traktorens motoromdrejninger.

Injektionssystemet

Sprøjten er udstyret med tre injektionspumper. Pumperne fungerer ved, at væsken klemmes igennem en tynd slange af et pumpehjul (se billede 1). Mængden indstilles og reguleres på styringen i traktorkabinen.



Billede 1. De tre doseringspumper er monteret i et skab, der er synligt fra førersædet. Herved kan føreren se, om pumperne arbejder.

Danfoil-injektionssprøjter kan leveres med to typer pumper:

- Type 1 med et arbejdsområde på 0,07 – 2 l pr. ha.
- Type 2 med et arbejdsområde på 0,15 – 5 l pr. ha.

Type 1-pumpen er mest nøjagtig ved lave doseringer, og arbejdsområdet dækker den nødvendige dosering for de fleste sprøjtemidler. Ved et doseringsbehov på under 0,07 l pr. ha anbefales det at lave en stamopløsning.

Type 2-pumpen giver mulighed for at anvende midler med et højt doseringsbehov. Forskellen på pumperne er udelukkende pumpens gearing. Sprøjten kan monteres med op til seks injektionspumper. Denne sprøjte er monteret med to stk. type 1-pumper og et stk. type 2-pumpe.

Til injektionspumperne kan der leveres to typer tanke til sprøjtemiddel:

- 28 l tank med eller uden omrøring
- 100 l tank med eller uden omrøring.

Opblanding af sprøjtemidler i pilleform - eller som granulat - kræver omrøring, hvorfor mindst en af tankene skal have monteret omrøring. Det oplyses af Danfoil, at brugeren af sprøjten ofte køber ekstra tanke til de oftest anvendte sprøjtemidler. Denne sprøjte er monteret med to 28 l-tanke og en 100 l-tank. Der er omrøring på den ene 28 l-tank og på 100 l-tanken. Tankene er monteret på begge sider af sprøjten.

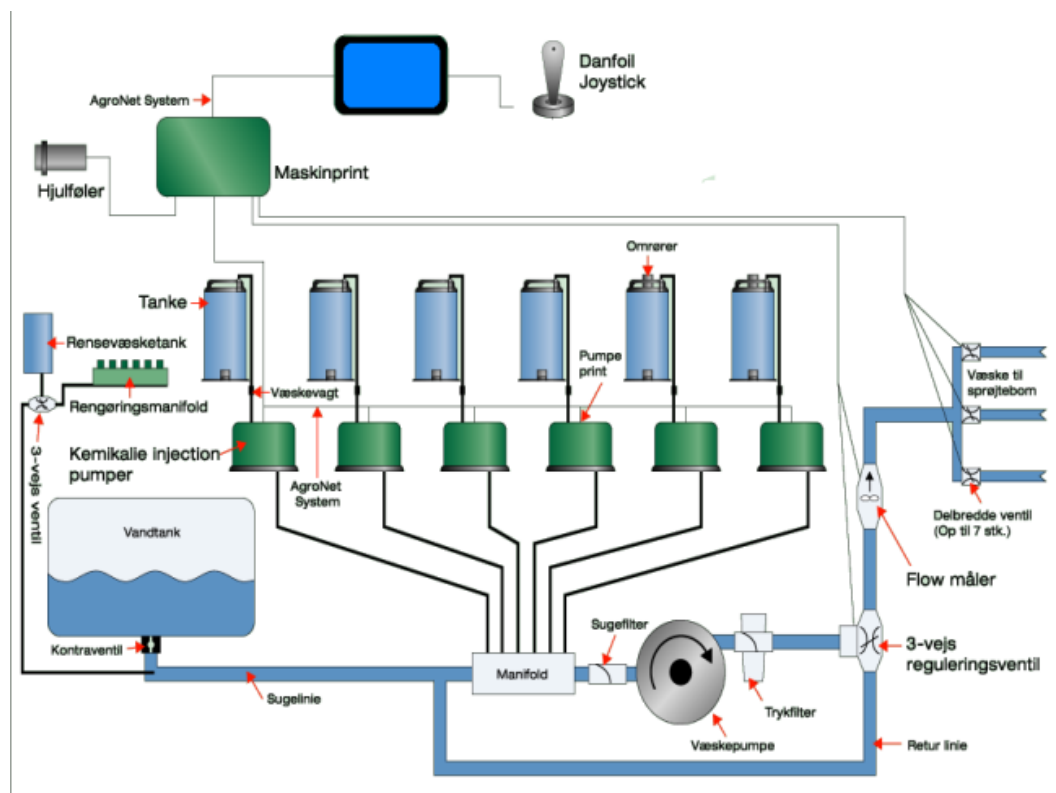


Billede 2. På billedet ses en 28 l tank uden omrøring. Hver ramme gør det muligt at medbringe tre 28 l-tanke eller en 100 l-tank og en 28 l-tank.

Teknisk virkemåde

På billede 3 ses et funktionsdiagram for Danfoils injektionssystem. Sprøjtemidlet tilsættes sugesiden igennem manifolden til vandet fra tanken. Den opblandede sprøjtevæske cirkuleres i blandesløjfen. Når sprøjteføreren aktiverer sprøjtebommen, sørger trevejs reguleringsventilen for, at den indstillede mængde sprøjtevæske ledes ud i sprøjtebommen.

Sprøjtecomputeren beregner løbende, hvor meget sprøjtemiddel der skal tilsættes blandesløjfen, for at den indstillede dosering overholdes. Blandesløjfen indeholder fem liter væske og cirkuleres med en væskemængde på 80 l pr. min.



Billede 3. Funktionsdiagram over Danfoils injektionssystem.

Danfoil-sprøjter anvender meget små væskemængder på 30-60 l pr. ha. Nøjagtig opblanding af sprøjtevæsken i væskestrømmen er derfor særlig vigtig. Som en konsekvens heraf er manifolden for tilsætning af sprøjtemiddel placeret på sugesiden. Danfoil har valgt denne løsning for at sikre en tilstrækkelig opblanding af sprøjtemidlet. Konsekvensen af løsningen er en længere reaktionstid på grund af længere rørføring.

Anvendelse af injektionssystemet

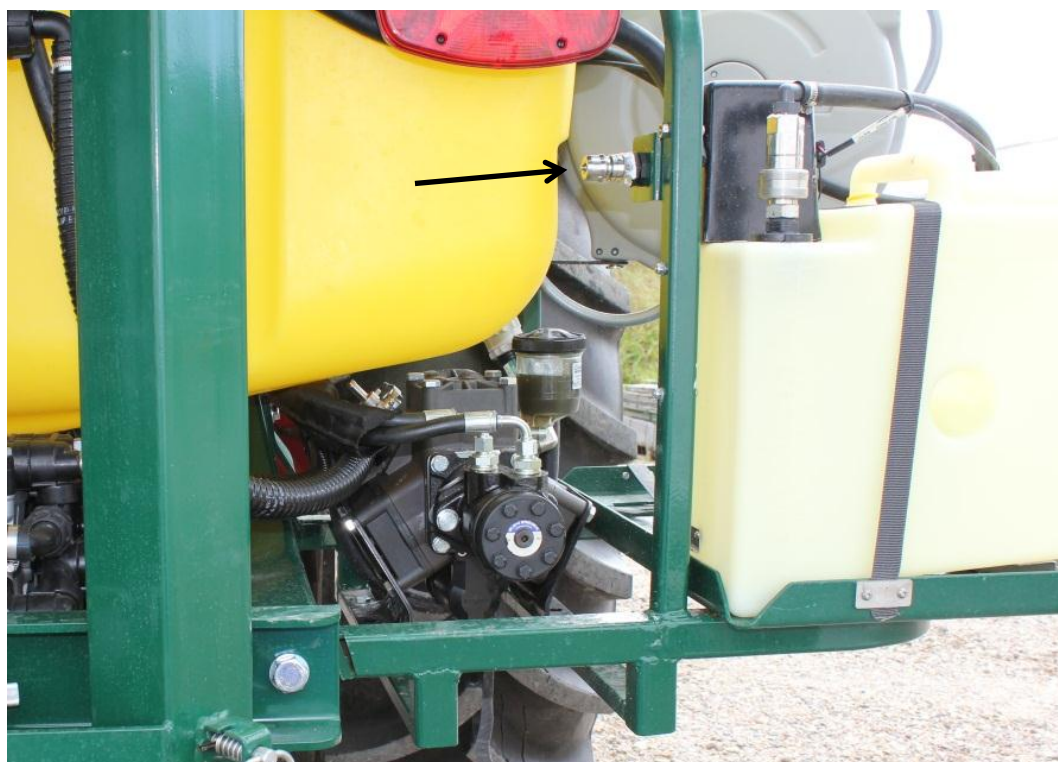
Før kalibrering aktiveres en funktion kaldet "Prime". Funktionen pumper sprøjtemiddel helt frem til manifolden forud for sprøjtning for at minimere reaktionstiden. Kalibrering af doseringspumpen foretages herefter, ved at man lader injektionspumpen pumpe en mængde på 0,5-1 l sprøjtemiddel ud i et målebæger. Den målte mængde indtastes slutte- ligt i computeren, og kalibreringen er gennemført.

Alternativt kan systemet kalibreres løbende under kørsel. Her måles antal liter i injektions- tanken før opstart og igen efter en periode.

Det kontrolleres, at den forbrugte mængde svarer til den mængde, som sprøjtecomputeren har registreret. Hvis ikke - skal mængden i computeren korrigeres, og kalibreringen er gennemført. Når sprøjtningen er gennemført, aktiveres en funktion kaldet "Revers Prime". Denne funktion reverserer doseringspumpen. Herved suges slangen til manifolden tom for sprøjtemiddel.

Rengøring

Rengøring af systemer foregår ved, at hankoblingen på kemikalietanken flyttes over på en hankobling, som er forbundet med rengøringssystemet. Herefter aktiveres et rengøringsprogram på sprøjtecomputeren. Der køres først to gange opvarmet vand igennem systemet. Herefter vand med et rengøringsmiddel og slutteligt to gange rent vand.

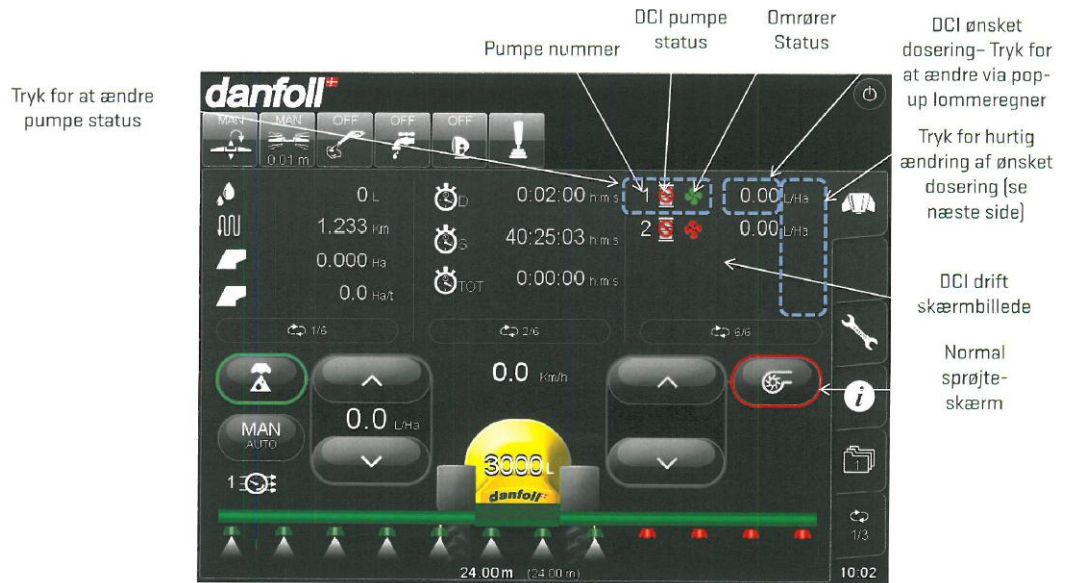


Billede 4. Før rengøring af sprøjten flyttes hankoblingen på kemikalietanken over på hankoblingen under lygten.

Sprøjtestyring

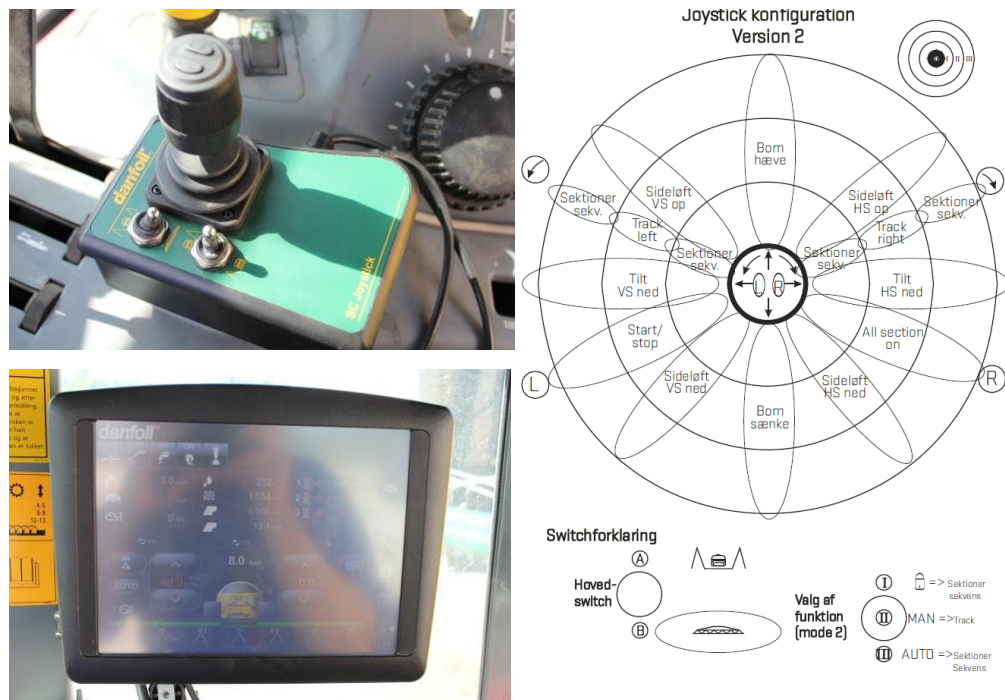
Styringen er Danfoils PC-Spray Controller VI produceret af Lykke-tronic. Styringen betjenes henholdsvis på en 10" touch skærm og på et joystick, der monteres hensigtsmæssigt i forhold til føreren.

Brugerfladen på styringer består af et hovedbillede, hvor ikoner i toppen og i højre side giver mulighed for adgang til flere forskellige undermenuer. Undermenuerne giver adgang til blandt andet ønsket dosering af injektionspumperne. Korrektion kan foretages under kørslen.



Figur 1. Skærbillede for indstilling af ønsket dosis.

Manualer er gemt som en PDF-fil på styringen og kan åbnes på skærmen.



Figur 2. Skærm og joystick for betjening af sprøjten.

Tankindholdet kan aflæses på styringen. Det er en beregnet værdi, som er nødvendig, da væskestandsmåleren er monteret bag tanken. Måleren kan ikke ses fra førerkabinen.

Styring via GPS og automatisk bomafblending ved forager kan tilkøbes. Styresystemet er TeeJet Matrix 570G. Kørsel efter markkort er på vej. Når det er klar i 2012, skiftes der til udstyr fra Trimble.

Landmandens mening

En adspurgt Danfoil-bruger fremhæver muligheden for pletsprøjtning som en stor force. Han fremhæver, at det kræver stor erfaring for at få det fulde udbytte af teknikken. Hans erfaring er, at doseringsnøjagtigheden er høj. Muligheden for regulering af doseringen under kørslen anvendes i stor udstrækning, undtagen ved sprøjtning med jordmidler.

Brugeren vurderer, at der spares meget tid, da han anvender mange forskellige sprøjtemidler. Han mener, at besparelsen ligger i sparet rengøringstid, og i at flere sprøjtninger kan foretages samtidig, da der er mulighed for, at de fire forskellige sprøjtemidler kan anvendes individuelt. Han vurderer, at systemet sparer sprøjtemiddel, og finder stor tilfredshed herved. Der anvendes både ufortyndet sprøjtemiddel og stamopløsninger i tankene til sprøjtemiddel.

Rengøring af tanke til sprøjtemidler forklares således. Tanken tilsættes en liter vand og rystes. Skyllevandet hældes herefter over i en tom tank. Dette gentages tre gange, hvorefter den skyllede tank betragtes som værende ren. Samme procedure anvendes for tømte kemikaliedunke. Næste gang, der skal sprøjtes en passende afgrøde, anvendes skyllevandet til at fortynde den rene sprøjtevæske, som anvendes ved denne sprøjtning. Den fortyndende effekt beregnes, og doseringen korrigeres.

Det anføres, at pletsprøjtning er anvendt ofte, men kræver nøjagtigt kendskab til ens marker og afgrøder. Desuden kræver det planlægning, og at føreren er "vågen". Landmanden har indtegnet alle tidsel- og flyvehavrepletter mv. på et markkort. Desuden indtegnes områder i marken, hvor svampesprøjtning ikke vurderes rentabelt. Fremadrettet skal der fokuseres på registrering af, hvad der foretages, så der kan læres af de erfaringer, der gøres. Erfaringen fra 2011 har været, at pesticidforbruget i korn er reduceret uden markant forskel i udbytterne.

En anden erfaring har været, at det kræver tilvænning at gå fra en traditionel sprøjte til en injektionssprøjte. Når tilvænningsperioden er overstået, giver systemet til gengæld mange muligheder.

5. KYNDESTOFT

Den testede sprøjte er en Kyndestoft Uniflyg trailersprøjte med 24 m bom og luftassistanse. Trailersprøjten har en vandtank på 7.000 l, der er delt i to halvdele på hver 3.500 l. Hver halvdel er monteret med sin egen pumpe. Sprøjten er desuden monteret med en renavdstand og en mindre beholder til håndvask.

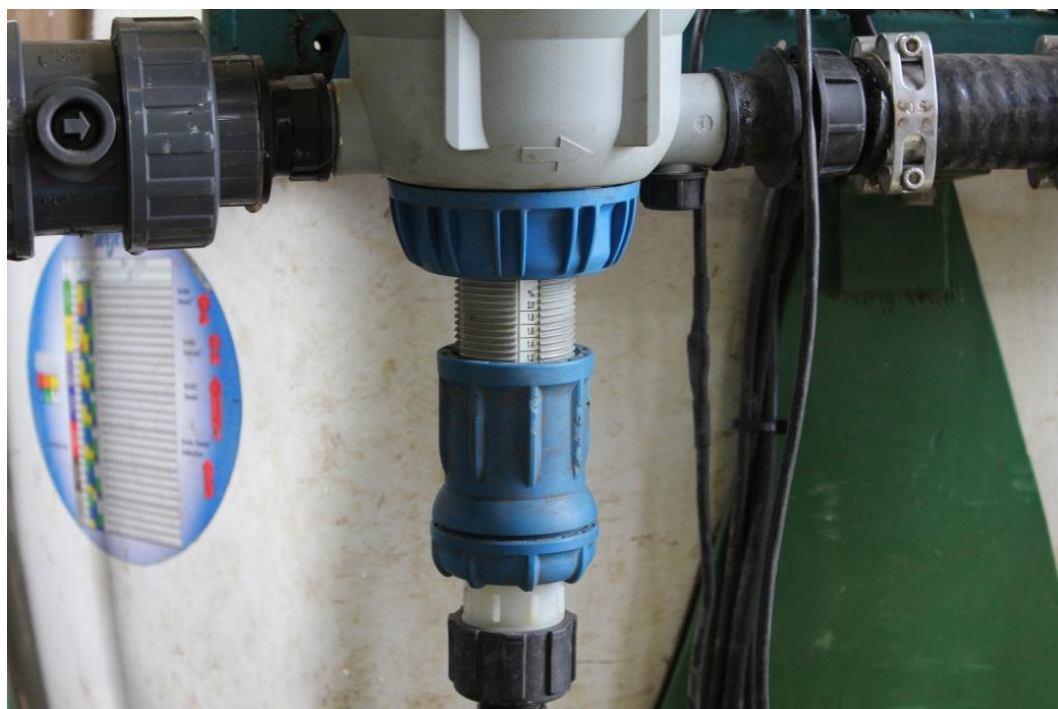
Bommen er opdelt ligeligt i 6 sektioner. De to midterste sektioner er dog styringsmæssigt koblet sammen, således at sektionstørrelserne er: 4 m + 4 m + 8 m + 4 m + 4 m. Der er monteret tre dyser på triplet for hver 50 cm.

Bommen er med automatisk niveau-regulering. Niveau-reguleringen kan indstilles til at regulere højden med hele bommen, eller hvor midten af bommen er stationær og højre og venstre bomdel regulerer henholdsvis op og ned.

Til væsketransport anvendes der centrifugalpumper med plastikhus. Denne løsning er ifølge Kyndestoft valgt, fordi pumpen kan yde en stor væskemængde ved udkørsel af flydende gødning.

Injektionssystemet

Sprøjten er udstyret med fire injektionspumper. Pumperne er af fabrikatet Tefen og er af stempeltypen, hvor pumpestemplet trækkes af væskeflowet. Mængden justeres ved at kammerets størrelse under stempelpumpen reguleres. Jo større volumen kammeret har, jo større mængde sprøjtemiddel pr. stempelslag. Indstillingen foregår rent mekanisk og foretages i procent af den anvendte væskemængde.



Billede 5. Tefen injektionspumpe. Dosering indstilles procentvis via skalaen.

Kyndestoft injektionssprøjter kan leveres med to typer injektionspumper:

- Med et arbejdsområde på 0,2 - 2 pct. af væskemængden.
- Med et arbejdsområde på 0,4 - 4 pct. af væskemængden.

Da doseringsmængden er i pct. af den udsprøjtede væskemængde, vil den lavest mulige dosering blive bestemt af den ønskede væskemængde pr. ha. Nogle brugere anvender to tanke samtidig ved sprøjtning med midler, der kræver høj dosis. Denne sprøjte er monteret med fire pumper med et arbejdsområde på 0,2-2 pct.

Der kan leveres to tankstørrelser til sprøjtemiddel:

- 28 l tank
- 70 l tank.

Begge typer har omrøring. Omrøringen består af et piskeris trukket af en elmotor monteret oven på tanken. Elmotoren løftes af tanken, når den skal ombyttes med en anden. Piskeriset er fastmonteret i tanken. Elmotoren kan ses på billede 6 som en grøn enhed oven på tanken.



Billede 6. Beholderne er placeret umiddelbart under injektionspumperne.

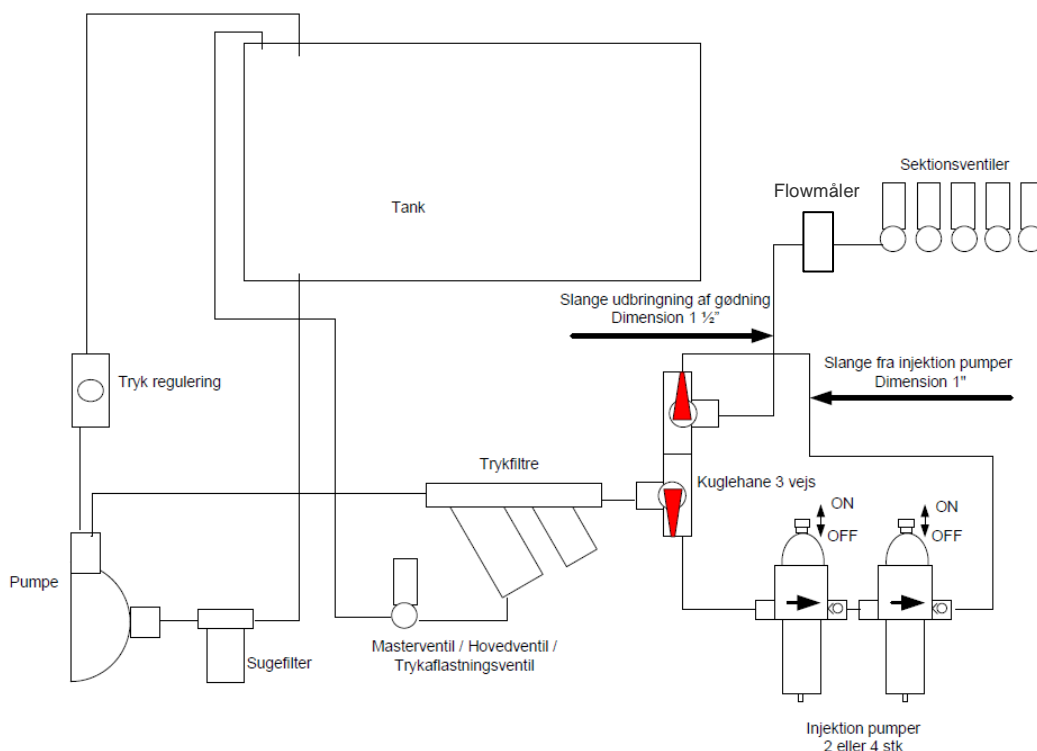
Den afprøvede sprøjte er monteret med fire 70 l-tanke med omrøring på alle tanke. Alle sprøjtemiddeltanke er monteret på venstre side.

Teknisk virkemåde

På billede 7 vises et funktionsdiagram over Kyndestofts injektionssystem. Sprøjtemidlet tilsættes væskestrømmen direkte på tryksiden. Ved aktivering af sprøjtebommen lukkes hovedventilen, og væsken ledes igennem injektionspumperne til sprøjtebommen.

Herefter sørger trykreguleringsventilen for regulering af væskemængden ud fra informationer fra flowmåleren og den registrerede fremkørselshastighed. Væskemængden kan reguleres under kørsel, hvis sprøjteføreren ønsker at regulere dosis i f.eks. lavninger.

Som det ses på billede 7, er sprøjten monteret med 1" slanger omkring injektionspumperne og 1½" slanger andre steder.



Billede 7. Funktionsdiagram over Kyndestofets injektionssystem.

Der er valgt en stor slangedimension for at sikre et tilstrækkeligt væskeflow under udbringning af flydende gødning. De store slanger hjælper desuden med opblanding af kemikalierne. Til gengæld øges reaktionstiden pga. den store væskemængde mellem injektionspumpen og sprøjtebommen.

Anvendelse af injektionssystemet

Indstilling af sprøjten foregår ved, at der vælges en dyse, der er egnet til sprøjteopgaven, og som arbejder med den ønskede vandmængde. Den ønskede vandmængde indtastes i computeren, som herefter sørger for at regulere væskemængden i forhold til fremkørselshastigheden. Injektionspumpen indstilles mekanisk i procent af væskemængden (se billede 5). Aktivering af hver enkelt injektionspumpe sker mekanisk ved at skrue en spindel på toppen af pumpen op (se billede 6). Når spindelen er skruet ned, er pumpestemplet blokeret. Der kan leveres en elmotor for aktivering fra førerkabinen.

Rengøring

Rengøring af injektionssystemet foregår ved, at koblingen på slangen fra injektionspumpen flyttes fra sprøjtemiddeltanken til en anden kobling, som forsynes fra en rengørings-tank. Rengøringstanken kan forsynes med et opblandet rengøringsmiddel.



Billede 8. Koblingen fra injektionspumpen flyttes fra sprøjtemiddeltanken til en slange fra rengøringstanken.

Sprøjtstyring

Sprøjtens styreenhed inde i traktorkabinen er Lykketronic 7600 Spray Controller. Enheden er delt i to. Øverste enhed har en skærm, hvor den valgte væskemængde, hastigheden, arealet mv. vises, og hvor mængderegulering under kørslen foretages.



Billede 9. Styring fra Lykketronic.

På enheden på billede 10 betjenes sprøjtebom, tænd/sluk af sprøjten samt blæserhastighed. Bomhøjden og bomhældningen kan styres automatisk, og kan foregå på to måder. Enten ved at hele bommen vippes hydraulisk, eller ved at midtersektionen holdes stationær, og højre og venstre bom vipper modsat hinanden.



Billede 10. Styring for manuel betjening af bomsektioner, tænd/sluk, blæserhastighed mv.

Landmandens mening

Landmanden, som afprøvede sprøjten, er generelt glad for injektionssystemet. Systemet giver mulighed for et hurtigt skift mellem midler. Desuden vurderer han, at restmængden reduceres, da man med en traditionel sprøjte oftest vil have en overskydende væskemængde, når man er færdig med at sprøjte en afgrøde.

Tidsmæssigt vurderer han ikke, at der er noget sparet ved injektion i forhold til en traditionel sprøjte. Han havde en personlig holdning til, hvor lille en dosering han følte, at injektionspumpen kunne håndtere nøjagtigt. Han gik aldrig selv under 0,5 pct. af væskemængden og følte, at nøjagtigheden var bedst ved ca. 1 pct. Sprøjtemidler blev herfor opblandet som en stamopløsning på 1:2, 1:3, 1:4 mv. alt efter, hvilken dosering sprøjtemidlet havde. Glyfosat-midler blev anvendt uforyndet pga. den høje iblandingsprocent.

Landmanden rådede over syv ekstra tanke, for at have mulighed for et sprøjtemiddelskift uden at skulle rengøre tankene grundigt hver gang. Tankene blev kun brugt til relaterede sprøjtemidler, for at sikre sig mod restmængder og efterfølgende mulige sprøjteskader.

Rengøring af injektionssystemet er tænkt ind i rengøringssystemet. Rengøring af sprøjtemiddeltanken kan foregå med vand fra renavandstanken. Rengøring af tomme kemikaliedunke er til gengæld ikke let. Hvad skal sprøjteførereren gøre ved skyllevandet? Landmandens løsning var at hælde skyllevandet i sprøjtemiddeltanken.

Under afskyllingen af kemikaliedunkene holdt han styr på den ekstra vandmængde, der blev tilført via skyllevandet. Denne ekstra vandmængde indregnede han herefter i stamopløsningen og udregnede den nødvendige korrektion vedr. indstilling af injektionspumpen. Løsningen er god, men kræver meget af sprøjteføreren og rummer fejlmuligheder.

6. MÅLING AF REAKTIONSTID

Metode

Ved bestemmelse af reaktionslængden blev der anvendt et sporstof og ikke plantebeskyttelsesmidler. Sporstoffet, der blev anvendt, var natriumfluorescein, som udsender lys (fluorescerer), når det tilføres energi. Denne fluorescens blev målt med et fluorimeter. Jo højere værdi der aflæses, jo højere er koncentrationen i prøven. Derved kan den præcise koncentration i sprøjtevæsken måles.

Afprøvningen af begge injektionssystemer blev ikke foretaget kørende i marken, da dette kunne skabe risiko for fejlkilder. Undersøgelsen blev lavet, mens traktoren og sprøjten holdt stille. Der blev på sprøjtecomputeren simuleret en hastighed på 8 km/t, og sporstoffet blev doseret som ved en sprøjtning med 1,5 l sprøjtemiddel pr. ha. På Danfoil-sprøjten blev der anvendt en væskemængde på 40 l pr. ha. På Kyndestoft-sprøjten blev der anvendt en væskemængde på 110 l pr. ha.

På grund af forskelle i slangelængder og dimensioner fra injektionspumpen ud til de enkelte dyser/forstøvere, ville der være forskel på, hvor hurtigt sprøjtevæsken kom ud til de enkelte dyser/forstøvere. Disse forskelle blev registeret inden undersøgelsen, og undersøgelsen blev lavet på den første og på den sidste reagerende dyse.

Måling af reaktionstid, 0 – 100 pct.

Pumpen fra hovedtanken blev startet, og væskestrømmen til sprøjtebommen blev aktiveret, således at tryk og vandmængde var konstant og på det ønskede niveau. Fra det øjeblik injektionspumpen blev aktiveret, blev der opsamlet sprøjtevæske i små glas med forudbestemte intervaller



Billede 11. Reaktionstid 0 - 100 pct.

Opsamling af sprøjtevæsken skete samtidig på de to udvalgte dyser (den hurtigste og den langsomste reagerende dyse). Koncentrationen af sporstoffet i de udtagende prøver blev analyseret ved fluorescensmålinger og sammenholdt med koncentrationen på det tidspunkt, hvor den tilstræbte dosis var opnået. Denne dosis er i resultaterne sat til 100 pct.

Måling af reaktionstid, 100 – 0 pct.

Efter at have opnået den tilstræbte dosis blev injektionspumpen slået fra, og opsamling af sprøjtevæske blev igen foretaget på de samme to dyser, indtil alt sporstoffet var fortyndet ud af væsken.



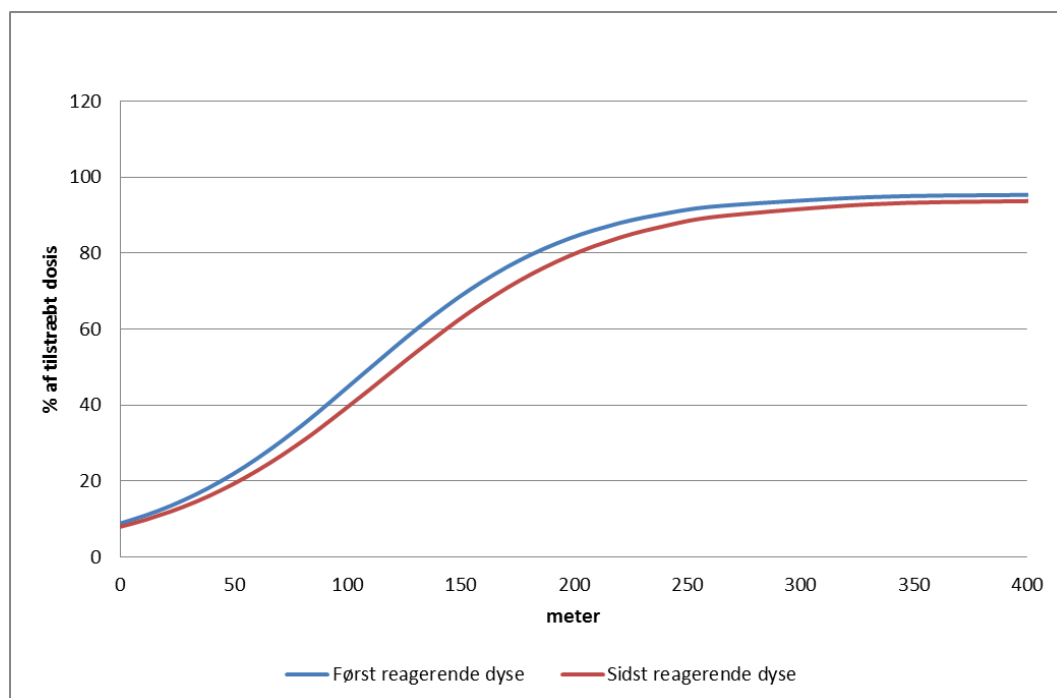
Billede 12. Reaktionstid 100 - 0 pct.

De enkelte målinger danner baggrund for resultaterne, der præsenteres i to grafer for hver sprøjte. I disse grafer er rådata omdannet til en tilpasset tilsætnings- og fortyndingskurve. De målte reaktionstider er desuden omregnet til reaktionslængder i forhold til den valgte hastighed på 8 km pr. time.

Den første graf viser den stigende reaktionslængde. Dvs. hvor mange meter, der køres i marken, fra injektionspumpen aktiveres, til den tilstræbte dosis opnås. Den anden graf viser faldende reaktionslængde. Dvs. hvor mange meter, der køres i marken fra injektionspumpen deaktiveres, til sporstoffet er fortyndet ud af sprøjtevæske.

Undersøgelsen er foretaget på den første reagerende dyse samt på den sidste reagerende dyse. Forskellen på, hvor hurtigt sprøjtevæsken er ude ved dyserne, afhænger af længden og diameteren på slangerne, målt fra hvor plantebeskyttelsesmidlets injiceres og til dyserne. Reaktionslængderne, der opgives i denne rapport, er målt ved 75 pct. af tilstræbt dosis. 75 pct. af tilstræbt dosis er valgt, da der ved denne koncentration generelt opnås en markeffekt på ca. 90 pct. ved sprøjtning med ukrudtsmidler.

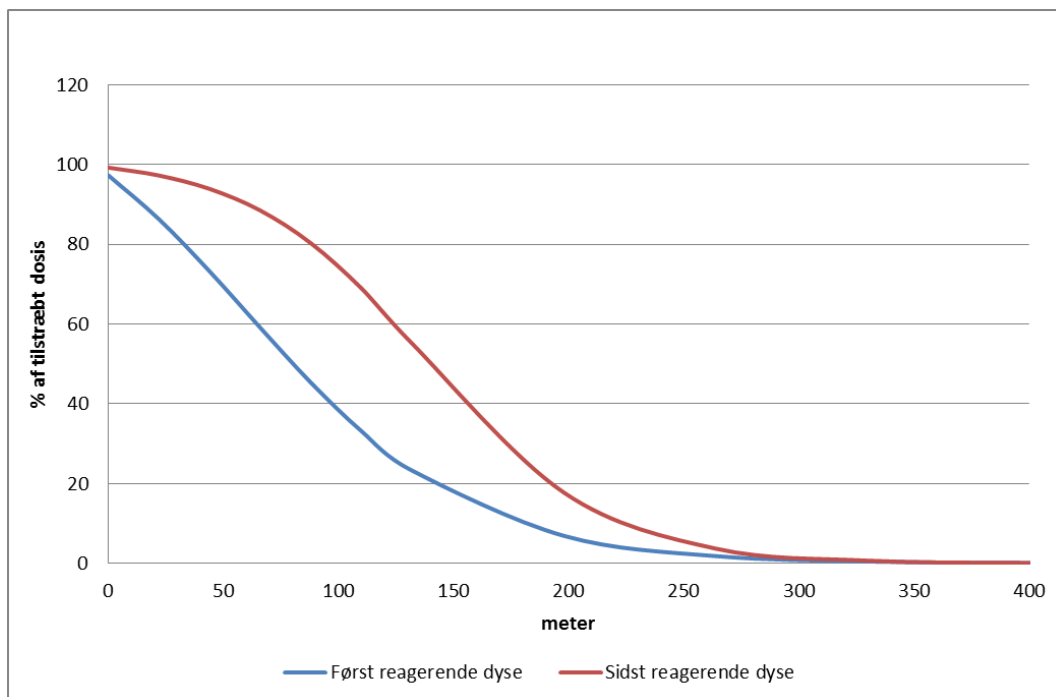
Resultat for Danfoil



Figur 3. Stigende reaktionslængde ved tilsætning af sprøjtemiddel for Danfoil.

I figur 3 ses det, at koncentrationen stiger hurtigt, efter at injektionspumpen aktiveres. Stigningen i koncentrationen er stabil og relativt jævn. 75 pct. af den ønskede dosis opnås ved ca. 200 meter ved 8 km pr. time. Efter ca. 80 pct. af den ønskede dosis stiger

koncentrationen med lidt lavere tempo, til den fulde opblanding opnås. Forskellen på opblandingsforløbet for den første og den sidste reagerende forstøver er lille.

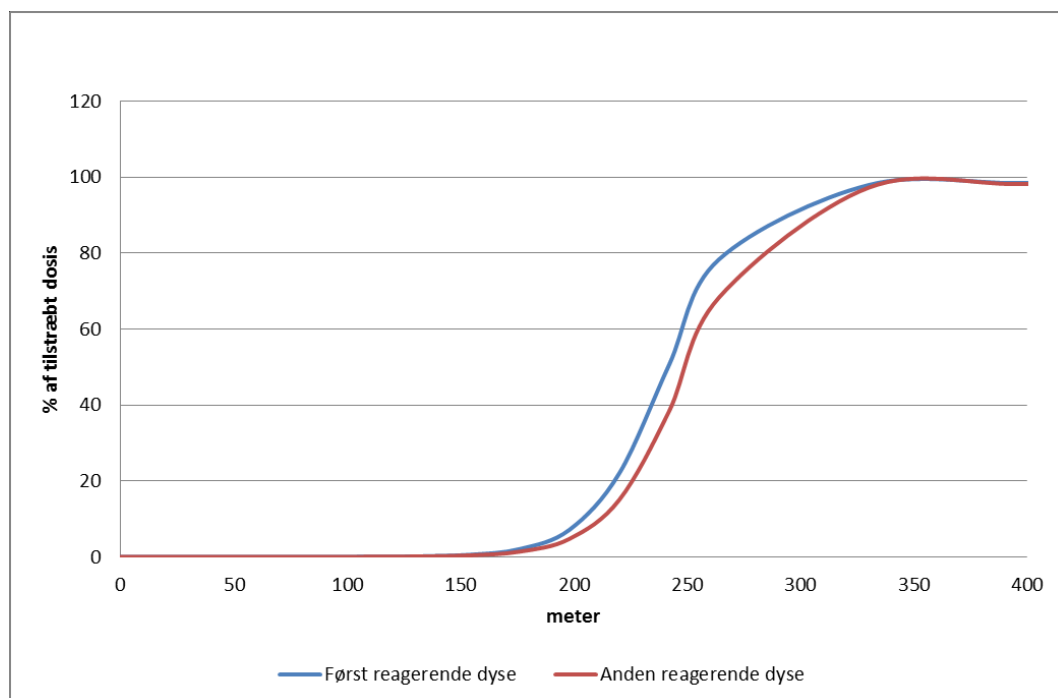


Figur 4. Faldende reaktionslængde ved stop for tilsætning af sprøjtemiddel for Danfoil.

I figur 4 ses det, at fra injektionspumpen deaktiveres, går der nogen tid, før alt sporstoffet er fortyndet ud af slangerne. Sporstoffet er fortyndet ud efter ca. 400 meter ved den første reagerende dyse, og efter ca. 450 meter ved den sidste reagerende dyse. Der er en forskel på ca. 50 meter fra den første reagerende dyse til den sidste reagerende dyse.

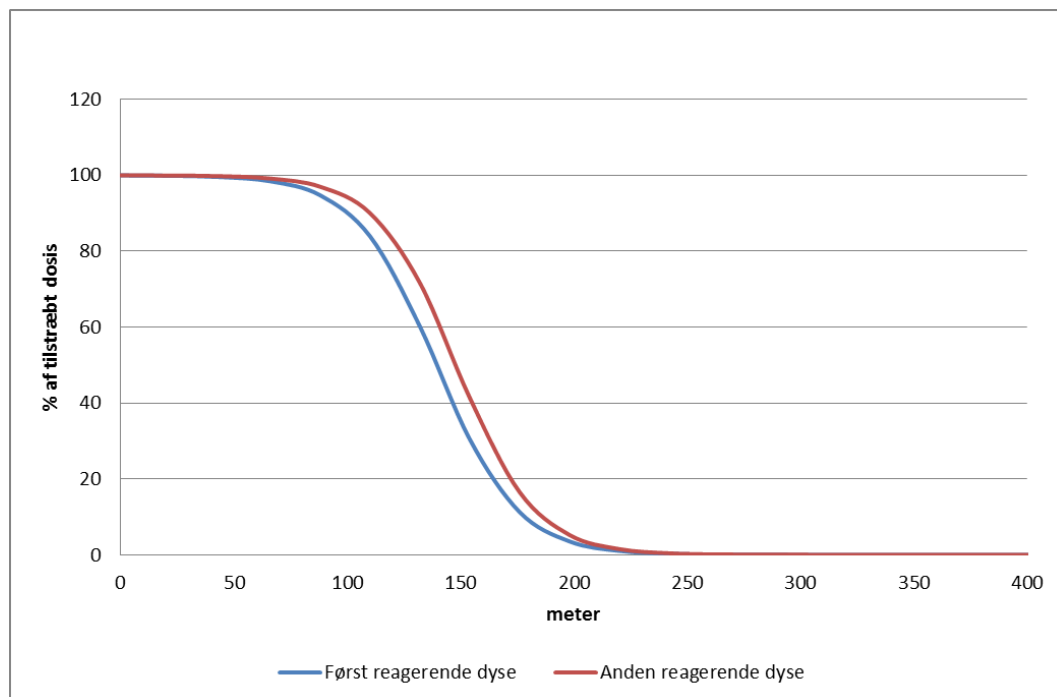
De nævnte værdier kan ikke umiddelbart aflæses på grafen, men er aflæst ud fra data.

Resultat for Kyndestoft



Figur 5. Stigende reaktionslængde ved tilsætning af sprøjtemiddel for Kyndestoft.

I figur 3 ses, at der går relativt lang tid, før koncentrationen begynder at stige. Først ved ca. 150 meter stiger koncentrationen væsentligt. Til gengæld stiger koncentrationen hurtigt herfra. Samlet set skal sprøjten køre ca. 250 meter, før koncentrationen er på 75 pct. af den ønskede dosis på den første reagerende dyse og ca. 275 meter på den sidste reagerende dyse. Reaktionslængderne er ud fra en hastighed på 8 km pr. time. Efter ca. 75 pct. af den ønskede dosis stiger koncentrationen med lidt lavere tempo, til den fulde opblanding opnås.



Figur 6. Faldende reaktionslængde ved stop for tilsætning af sprøjtemiddel for Kyndestoft.

I figur 4 ses det, at der går ca. 50 meter, før koncentrationen begynder at falde. Sporstoffet er fortyndet ud efter ca. 260 meter for den første reagerende dyse og 330 meter for sidste reagerende dyse. Der er en forskel på 75 meter fra den første - til den sidste reagerende dyse.

De nævnte værdier kan ikke umiddelbart aflæses på grafen, men er aflæst ud fra data.

Hvor sprøjten fra Kyndestoft var udstyret med en 24 meter sprøjtebom, var sprøjten fra Danfoil udstyret med en 20 meter sprøjtebom. Jo bredere en sprøjtebom er, jo større væskeforbrug har den, og jo kortere reaktionslængde har den. For at gøre resultaterne sammenlignelige skal den angivne reaktionslængde for Danfoil korrigeres med 35 meter.

Hvis resultaterne sammenlignes med en tidligere FarmTest fra 2001, er reaktionslængderne umiddelbart større end tidligere målt. I den tidligere FarmTest opnåede den bedste sprøjte en reaktionslængde 0-75 pct. på 47 meter. For at kunne sammenligne er der flere faktorer, man skal være opmærksom på:

- De to sprøjter i FarmTesten fra 2001 var på forhånd ombygget for at opnå den lavest mulige reaktionslængde.
- Sprøjterne var monteret med mindre slangediameter.
- Sprøjtemidlernes injektionspunkt var flyttet tættere på armaturet.
- Der blev brugt en større væskemængde pr. ha.

I denne FarmTest har vi lagt vægt på at afprøve injektionssprøjter i en standardudgave for at vurdere deres egnethed til pletsprøjtning uden ombygning.

Kontrol af injektionspumperne

For at sikre at injektionspumperne doserede sporstoffet i den ønskede dosis, blev nøjagtigheden undersøgt. Ved begge sprøjter blev den tank til plantebeskyttelsesmidler, som

ved undersøgelsen indeholdt sporstoffet, fyldt helt til randen. Herefter blev sprøjten aktiveret i fem minutter. Efter de fem minutter blev der målt, hvor stor en mængde, der var brugt. Dette blev så sammenlignet med, hvor meget der teoretisk skulle være brugt. Ved begge injektionssystemer var præcisionen i doseringen tilfredsstillende.

7. KONKLUSION

Formålet med denne FarmTest var at belyse anvendelsen af de injektionssprøjter, der i dag er på det danske marked. Afprøvningen omfatter funktionalitet, funktionsprincip og egnethed af injektionssprøjterne til pletsprøjtning i standartopsætning.

Injektionssprøjter har den store force, at der kan medbringes flere sprøjtemidler, der kan tildeles uafhængigt af hinanden på forskellige marker eller forskellige steder i marken. Derfor er injektionssprøjter en oplagt løsning ved pletsprøjtning.

I relation til opbygning og betjening er de to sprøjter meget forskelligt opbygget. Injektionssprøjten fra Danfoil anvender i stor udstrækning elektroniske løsninger. Styringen foregår med en stor fingertouch-skærm, hvor bl.a. doseringen kan indstilles under sprøjtning. Injektionssprøjten fra Kyndestoft er opbygget med en mekanisk injektionspumpe. Princippet er en simpel gennemafprøvet løsning, som også personer uden det store kendskab til elektronik hurtigt vil kunne bruge. Hvad der foretrækkes vil blive bestemt ud fra, hvilken persontype brugeren er.

Vedrørende egnethed til pletsprøjtning er vurderingen foretaget ved at afprøve sprøjternes reaktionstid fra 0-75 pct. af ønsket dosis og fra 100-0 pct. af ønsket dosis.

Tabel 1. Reaktionslængder

Fabrikat	Reaktionslængde 0-75 pct. (sidste reagerende dyse)	Reaktionslængde 100-0 pct. (første reagerende dyse)
Danfoil	Ca. 165 meter	Ca. 365 meter
Kyndestoft	Ca. 275 meter	Ca. 300 meter

Hvis en sprøjtefører skal pletsprøjte manuelt, skal injektionspumpen tændes og slukkes før og efter en plet. Det vurderes, at sprøjteføreren vil have svært ved at vurdere de målte reaktionslængder nøjagtigt, mens der køres i marken. Derfor er der en risiko for, at injektionspumpen tændes for tidligt, for at være sikker på, at tilstrækkelig dosis er opnået før pletten. Derfor må det anbefales, at injektionssprøjter, der i stor grad anvendes til pletsprøjtning, optimeres. En tidligere FarmTest viser, at det er muligt at opnå en reaktionslængde på under 50 meter.

Ved sprøjtning af hele marker, delarealer eller foragre vil en stor reaktionslængde ikke have væsentlig betydning.

8. SPRØJTEFABRIKANTERNES KOMMENTARER

Nedenstående er Danfoils og Kyndestofts kommentarer til FarmTesten. Det skrevne giver alene udtryk for fabrikanternes mening.

Danfoil

Danfoil er den producent, der har størst erfaring med brugen af injektionssystemer til sprøjtning af afgrøder. Vi har i de sidste 12 år produceret injektionssprøjter og har over 100 anlæg i drift. Det er vores opfattelse, at der har været for lidt fokus på injektionssystemet, da vores mange kunders praktiske brug af systemet har påvist, at det er et effektivt redskab til optimering af sprøjtearbejdet og nedsættelse af pesticidforbruget. Derfor glædede det os meget, at Videncentret for Landbrug tog temaet op i en FarmTest.

Da vi sagde ja til at deltage i FarmTesten, var udgangspunktet, at alle injektionssystemer på markedet skulle testes. Desværre måtte vi efterfølgende konstatere, at dette ikke var tilfældet, idet Scan Agro ikke var i stand til at levere et injektionssystem til testen. Dette beklager vi naturligvis, da det må være rimeligt, at man sammenholder de produkter, der markedsføres på det danske marked.

Nu, hvor FarmTesten foreligger, ser vi med stor skepsis på det testresultat, der foreligger på reaktionstiden. Danfoil har aldrig lagt skjul på, at der er en reaktionslængde på vores system på mellem 50 og 100 meter, afhængigt af bomlængde og vandmængde. Da Danfoil i 2000 introducerede injektionssystemet var udgangspunktet ikke pletsprøjtning, men derimod fleksibilitet i sprøjtearbejdet, herunder ingen spild af pesticid, rent vand i sprøjte-tanken, opblanding til forskellige sprøjteopgaver, ingen restmængde, etc. Muligheden for pletsprøjtninger var en sidegevinst, som krævede en dygtig sprøjtefører.

Den reaktionslængde, som FarmTesten kommer frem til på 165 meter, er meget langt fra vores egne beregninger, og det vi oplever i praksis. Grundlæggende mener vi, at der kan stilles spørgsmål ved testen af tre årsager:

1. Vores egne beregninger viser en reaktionslængde på 90 meter, hvilket er tæt på en halvering ift. testresultatet.
2. Kundernes erfaringer viser, at pletsprøjtning foretages i praksis, og at den generelle erfaring er, at reaktionslængden ligger på mellem 50-100 meter. Danfoils kunder ville opleve store udsving, når de foretog pletsprøjtninger, hvis reaktionstiden var i den størrelsesorden, som FarmTesten påviser - og det er ikke tilfældet.
3. Der registreres en stigende koncentration af pesticid i bommen allerede ved 10 meter. Dette betyder, at ved 40 meter vil koncentrationen være på 50 pct. og dermed have en effekt.

Efter at resultaterne fra FarmTesten blev fremlagt, bad vi Videncentret for Landbrug om at kigge på deres test og foretage en ny måling på Danfoil-sprøjten, dette har desværre ikke været muligt.

Nyt injektionssystem

Danfoil har gennem det seneste år arbejdet på at udvikle injektionssystemet, herunder at effektivisere systemet til pletsprøjtninger i marken. Dette er sket ved at foretage konstruktionsændringer på injektionssystemet, herunder

- at flytte blandemanifolden så tæt på bommen som muligt
- at mindske væskeindholdet i blandemanifolden
- at benytte materialer, der skaber mindst mulig friktion, fx er væskeslangerne i dag af stål frem for af gummi.

Disse konstruktionsmæssige ændringer har medført, at vi har reduceret reaktionslængden (fuld koncentration) til 60 meter ved en 24 meter-sprøjte.

For yderligere at optimere injektionssystemet til pletsprøjtninger har Danfoil i samarbejde med Trimble udviklet en GPS-styring, der kan styre den ene af de seks injektionspumper og dermed tage højde for reaktionstiden på Danfoils injektionssystem.

I praksis sker det ved, at sprøjteføreren registrerer behovet for plantebeskyttelse forud ved at udarbejde et GPS-baseret tildelingskort, som efterfølgende uploades i Trimbles GPS styring. I den efterfølgende sprøjtning styres injektionspumpen af Trimble GPS'en og aktiveres kun på de angivne områder i marken - dette muliggør således en effektiv pletsprøjtning.

GPS-systemet kan monteres på alle nye injektionsmodeller i 2012.

Kyndestoft

I denne test er der for sprøjten fra Kyndestoft målt en reaktionslængde på 275 meter. Den teoretiske længde er beregnet til 133,7 m. Det vil sige, at der er næsten 142 meter i forskel. Vi kan teoretisk opnå en reaktionslængde på 29,5 m med Kyndestoft Direct Injection monteret med quick dyser. FarmTesten fra 2001 viste, at der var en forskel mellem en teoretisk beregning og en måling på 11 meter. Når forskellen er så stor, kunne det godt tyde på, at den tilstræbte dosis enten er sat for højt i dette forsøg, eller for lavt i forsøgene fra 2001. Dengang blev reaktionslængden også målt ved 75 pct. af den tilstræbte dosis, men de to metoder, der er anvendt, kan ikke sammenlignes. Der blev dengang anvendt papir til opsamling af sporstof, som derefter blev scannet. I dette forsøg anvendes der fluorescens, der opsamles og måles.

Når man kender reaktionslængden på sit udstyr, er det ikke noget problem at kompensere for reaktionslængden ved at tænde for sprøjten før en plet. Mange traktorer er i dag udstyret med GPS. Her kan man indsætte punkter fra marken, og hermed kan afstanden fra forageren mv. måles. Der kan hermed let kompenseres for reaktionslængden. Formålet med injektion er at spare på kemikalierne og dermed skåne miljøet for unødigt belastning. Hvis vi på en nem og billig måde kan undgå at behandle en hel mark, er det et stort skridt i sig selv. Ud fra den betragtning gør det vel ikke så meget, om behandlingen af pletten begynder lidt før - og slutter lidt efter pletten. Det er også vigtigt at huske, at en behandling af marken ikke er bedre end det ringeste sted. Hvem kan egentlig definere, hvornår pletten starter og stopper? De færreste har tid og overskud til at kortlægge pletterne og definere, i hvilken retning de breder sig.

Flere ting skal vurderes, når injektionssystemer sammenlignes. Ikke mindst tilgængeligheden og prisen på udstyret. Der anbefales en tank til hvert middel. Er udstyret til at finde ud af at bruge og vedligeholde? Kræves der kalibrering og anden forberedelse inden sprøjtning?

Der bliver løbende udviklet på injektion. Udviklingen vil ske i takt med, at systemerne bliver mere udbredte. Der skal selvfølgelig findes en fælles fremgangsmåde til skylning af dunke og håndtering af skyllevandet, så dette sker på en fornuftig og forsvarlig måde.



VIDENCENTRET FOR LANDBRUG

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

