

Procesautomatisering op spuitmachines

Ir. J.A.R. Audenaert

Machinefabriek Gebr. Douven B.V.

Postbus 6006, 5960 AA Horst

telefoon 077 - 39 85 656, telefax 077 - 39 85 765.

Vermindering van het verbruik en reductie van de emissie bij de toepassing van gewasbeschermingsmiddelen staan bij de ontwikkeling van nieuwe spuittechnieken centraal. Procesautomatisering speelt daarbij een centrale rol. In dit artikel wordt een overzicht gegeven van een aantal procesregelingen op spuitmachines.

Spuitmonitoren en -computers

Elektronica op spuitmachines wordt ten eerste gebruikt om de dosering en verdeling van de spuitvloeistof te controleren en/of te regelen. Een spuitmonitor is een meetapparaat wat, op basis van de gemeten vloeistofstroom naar de spuitdoppen, de gemeten rijnsnelheid en de actieve werkbreedte (afhankelijk van de stand van de verschillende sectiekranen), op een display de afgifte in liters per hectare zichtbaar maakt. Indien deze meetwaarde niet overeenstemt met de gewenste waarde kan de bestuurder dit zelf corrigeren door de spuitdruk en/of de rijnsnelheid aan te passen. Bij een spuitcomputer (figuur 1) gebeurt dit automatisch doordat de gemeten afgifte constant vergeleken wordt met de gewenste afgifte. Treedt er een verschil op dan zal de computer een stuursignaal naar de drukregelaar zenden tot de gewenste afgifte bereikt wordt.

Systeemopbouw

Als voorbeeld vindt u in figuur 2 een schematisch overzicht van de verschillende componenten welke op spuitmachines met een CAS-2 spuitcomputer (Computer Aided Spraysystem-2) aanwezig kunnen zijn:

- Bedieningskast voor de elektrische afstandsbediening van alle functies, bijvoorbeeld secties, hoofdafsluiter en hydrauliek;

- Ontvangerkast, de relaiskast voor schakeling van alle functies en ontvangst van sensorsignalen;
- CAS-2 spuitcomputer voor regeling van de vloeistofafgifte;
- Wielsensor of radar voor het meten van de rijnsnelheid;
- Doorstroommeter voor het meten van de totale hoeveelheid verspoten liters per minuut, indien de spuitcomputer op basis van flow regelt;
- Druksensor voor het meten van de spuitdruk, indien de spuitcomputer op basis van druk regelt;
- Tankvulmeter voor het meten van de gevulde hoeveelheid vloeistof tijdens het vullen van de tank;
- Hand-held computer voor koppeling van de spuitcomputer met de bedrijfscomputer (PC);
- Vloeistofdrukregelaar.

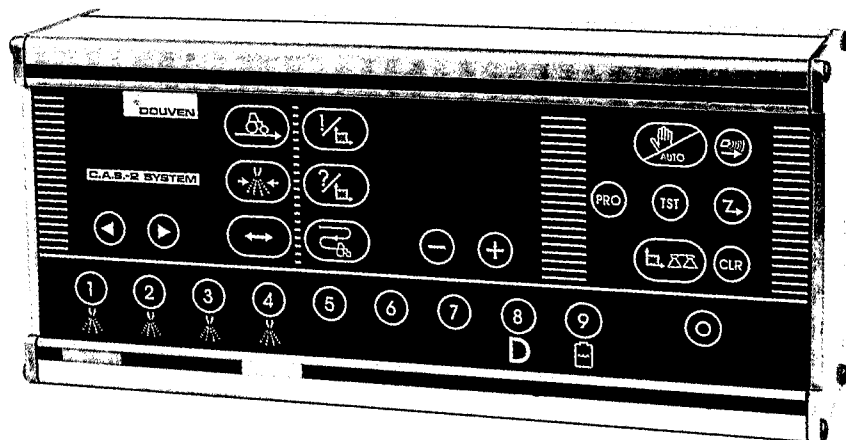
Indien de machine is uitgerust met speciale lucht-vloeistofdoppen kunnen tevens de

volgende componenten aanwezig zijn op de machine:

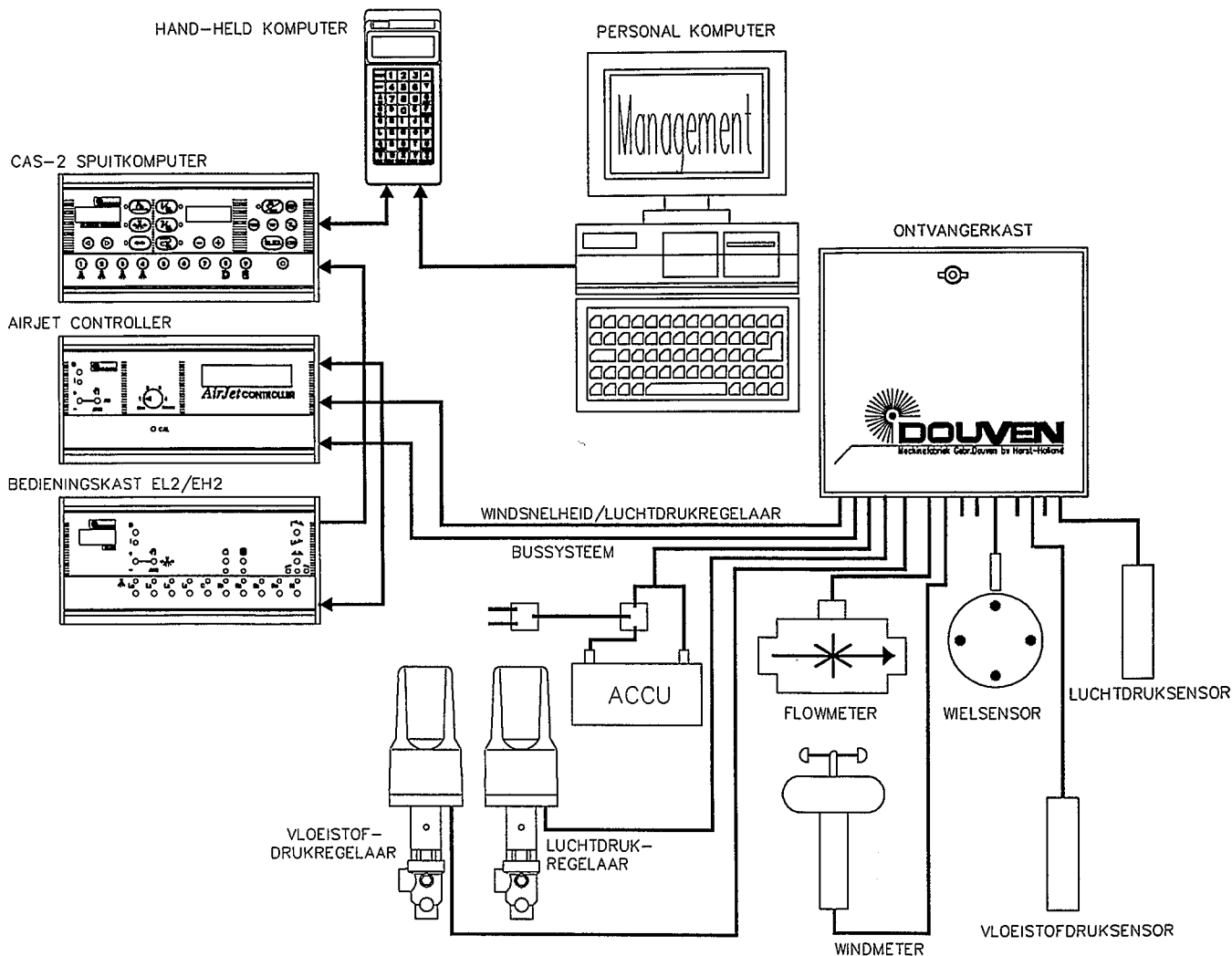
- AirJet Controller voor regeling van de druppelgrootte;
- Druksensor voor het meten van de vloeistofdruk;
- Druksensor voor het meten van de luchtdruk;
- Windmeter voor het meten van de windsnelheid;
- Luchtdrukregelaar.

Bussysteem

Steeds meer functies moeten vanuit de trekkercabine bestuurd kunnen worden. Zo stijgt bijvoorbeeld het aantal secties door gebruik van bredere spuitbomen en kortere sectiebreedtes, wat gunstig is vanwege minder drukverlies en minder overlapping tijdens het spuiten. Er komen ook steeds meer hydrauliefuncties op spuitmachines om bijvoorbeeld de spuitboom steeds optimaal aan de omstandigheden te kunnen aanpassen. Deze functies worden ook vaak elektrisch-hydraulisch bestuurd. Zo is het geen uitzondering meer dat er meer dan 50 verschillende signalen verstuurd moeten worden op één machine. Hiervoor zijn een veelvoud aan kabels en verbindingen nodig wat de betrouwbaarheid en servicevriendelijkheid niet verhoogd. Om dit probleem op



Figuur 1 – Cas 2 Spuitcomputer



Figuur 2 – Componenten op een spuit-machine met CAS-2 spuitcomputer en Airjet Controller.

te lossen wordt gebruik gemaakt van een bussysteem. Hierbij worden nagenoeg alle signalen gecodeerd verstuurd over enkele draden in één dunne kabel. Dit systeem werkt met zenders en ontvangers. De zenders bevinden zich in de bedieningskast en de ontvangers in de machinekast. De ontvangers signalen worden gedecodeerd en naar de uitvoerende organen gestuurd (motoren, spoelen, etc.).

Druk- of flow afgifteregeling

In het algemeen worden elektronische afgifteregelsystemen op spuitmachines toegepast op basis van vloeistofstroommeting (flow). Douven heeft naast het flow-systeem ook spuitcomputers op basis van drukmeting in het programma. Om de verschillen tussen beide systemen duidelijk te maken volgt eerst een korte uitleg van de werking van beide systemen.

Het regelen van de afgifte in liters per hectare is gebaseerd op de volgende formules

(weergegeven in eenheden): met:

$$l/ha = \frac{l/min \times 600}{km/h \times mtr} \quad (1)$$

$$\frac{l/min_1}{l/min_2} = \frac{\sqrt{bar_1}}{\sqrt{bar_2}} \quad (2)$$

- l/ha = afgifte in liters per hectare;
- l/min = totale volumestroom in liters per minuut bij flow-systemen, dopafgifte in liters per minuut bij druk-systemen;
- km/h = rijsnelheid in kilometer per uur;
- mtr = (actieve) werkbreedte van de spuitboom in meters bij flow-systemen, dopafstand in meters bij druk-systemen;
- l/min₁ = dopafgifte in liters per minuut bij referentiedruk bar₁;
- bar₁ = referentiedruk in bar;
- l/min₂ = dopafgifte in liters per minuut bij druk bar₂;
- bar₂ = spuitdruk in bar.

De spuitcomputer op flow meet tijdens het spuiten de rijsnelheid, de totale hoeveelheid verspoten liters per minuut en de actieve werkbreedte. Op basis van formule (1) wordt dan de afgifte in l/ha berekend. Deze gemeten waarde wordt vergeleken met de gewenste waarde en indien er een verschil is wordt de drukregelaar aangestuurd. Men dient alleen de gewenste liters per hectare in te programmeren.

De spuitcomputer op druk meet tijdens het spuiten de rijsnelheid, de spuitdruk en de actieve werkbreedte. Op basis van formule (2) wordt eerst de hoeveelheid verspoten liters per minuut per dop berekend, om vervolgens de afgifte in l/ha te kunnen bepalen

Figuur 3 – Airjet Controller met windmeter.

met formule (1). Deze berekende waarde wordt vergeleken met de gewenste waarde en indien er een verschil is, wordt de drukregelaar aangestuurd. Men dient vooraf, naast de gewenste liters per hectare, per dop een referentiedruk met de bijbehorende afgifte te programmeren (l/min_1 en bar_1). Bij de CAS-2 spuitcomputer kan dit worden voorgeprogrammeerd (max. 4 doppen) zodat dit slechts éénmaal hoeft te gebeuren. Hierna kan door één druk op de juiste dop-toets met het spuiten worden begonnen.

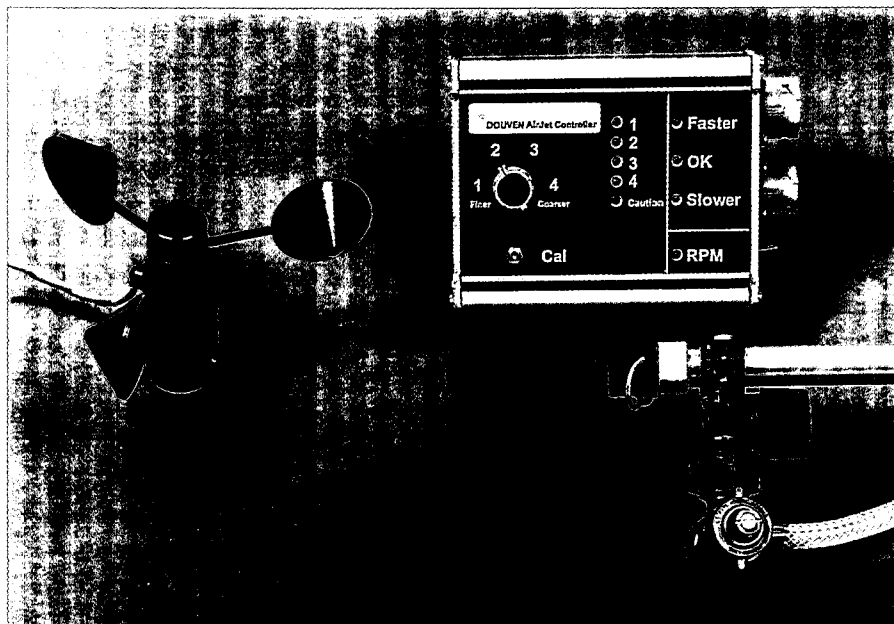
Regeling op basis van drukmeting biedt de meest uitgebreide spuittechnische mogelijkheden en de grootste nauwkeurigheid, regeling op basis van flow-meting is het meest gebruikersvriendelijk systeem bij toepassing van vloeibare meststoffen.

Automatische tankvulling

Restvloeistoffen beperken begint bij het zo nauwkeurig mogelijk vullen van de tank. Met een automatisch tankvulstelsel kan de gewenste inhoud in de CAS-2 spuitcomputer worden ingetoetst. Tijdens het vullen registreert een tankvlometer de aangezogen hoeveelheid en telt deze op bij de nog resterende hoeveelheid in de tank. Als de gewenste hoeveelheid is gevuld, worden de aanzuigkranen automatisch gesloten, hierbij rekening houdend met de sluitertijden van de kranen.

Procescomputer

De toepassing van hulplucht (met name AirJet lucht-vloeistofdoppen) bij het toedienen van gewasbeschermingsmiddelen heeft een hoge prioriteit in de ontwikkelingsactiviteiten bij Douven. Een sterke emissiereductie met behoud van een goed spuitresultaat is immers mogelijk bij systemen met hulplucht, zodat invulling gegeven kan worden aan alle doelstellingen die het Meerjarenplan Gewasbescherming aan de landbouwsector stelt.



Bij het AirJet lucht-vloeistofstelsel zorgt gecomprimeerde lucht samen met vloeistof voor druppelvorming. Er wordt een zeer efficiënt druppelspectrum gevormd waarbij met fijne druppels gespoten kan worden, doordat een verhoging van de druppelsnelheid wordt verkregen door de stuwende werking van de lucht. Hierdoor ontstaan grote mogelijkheden de vloeistofafgifte aanzienlijk te verlagen (tot 100 l/ha) zodat met dezelfde tankinhoud een grotere oppervlakte gespoten kan worden. Door de afname van transport- en vultijden neemt de capaciteit daarom enorm toe.

Het toepassen van een spuitcomputer voor het regelen van de dosering is bij lucht-vloeistofdoppen echter niet zonder meer mogelijk. Spuitcomputers regelen immers de spuitdruk (bij AirJet dus de vloeistofdruk) om de gewenste afgifte te bereiken. Door het verhogen of verlagen van de vloeistofdruk verandert bij lucht-vloeistofdoppen echter ook het (gewenste) druppelgroottespectrum aanzienlijk. Om dit probleem op te lossen is door Douven een speciale procescomputer ontwikkeld, de AirJet Controller (figuur 3).

AirJet® Controller

De AirJet Controller is een apart regelsysteem welke in combinatie met de Douven CAS-2 spuitcomputer wordt gebruikt voor machines met AirJet lucht-vloeistofdoppen. De AirJet Controller heeft tot doel de druppelgrootte constant te houden bij variaties

in rijsnelheid en/of vloeistofdruk. De chauffeur kan kiezen uit vier verschillende druppelgroottes, aangepast op het type bestrijding en de weersomstandigheden. De gewenste druppelgrootte kan gekozen worden met een eenvoudige draaischakelaar met vier posities. De AirJet Controller is tevens uitgerust met een windsnelheidsmeter. Hiermee is het mogelijk om voor het spuiten de actuele windsnelheid te meten op het perceel. Op basis van het meetresultaat geeft de AirJet Controller aan de chauffeur een advies over de beste afstelling van de druppelgrootte met betrekking tot drift en effectiviteit. Indien er te veel wind is om nog driftarm en effectief te kunnen spuiten volgt een waarschuwing op het display om niet te spuiten. De windsnelheid wordt gemeten wanneer de machine stilstaat, bijvoorbeeld tijdens of voor het vullen van de tank.

Door de AirJet Controller wordt zowel de vloeistofdruk als de luchtdruk gemeten, omdat de druppelgrootte (evenals de afgifte en de druppelsnelheid) van een AirJet dop afhankelijk is van zowel de vloeistofdruk als de luchtdruk. Dit betekent dat wanneer de vloeistofdruk wijzigt, de luchtdruk ook gewijzigd moet worden om dezelfde druppelgrootte te behouden. De relatie tussen de gewenste luchtdruk behorende bij een gegeven vloeistofdruk is voor bepaalde druppelgroottes in de AirJet Controller geprogrammeerd. Voor elk van de vier verschillende druppelgroottes (zeer fijn, fijn, midden en grof) is deze verhouding verschillend. Zo is bijvoorbeeld bij een vloeistofdruk van 4 bar

een luchtdruk van 1,3 bar gewenst voor een fijn druppelspectrum, terwijl een luchtdruk van 0,7 bar gewenst is voor een grof druppelspectrum (druppelgrootte classificatie volgens de British Crop Protection Council).

Omdat er vier druppelgrootte afstellingen zijn, zijn er dus ook vier curven met de relatie tussen de luchtdruk en vloeistofdruk. Elke curve (druppelgrootte) heeft een minimum en een maximum vloeistofdruk. Dit betekent dat bij een constante afgifte in l/ha (ingesteld op de spuitcomputer) de vloeistofdruk binnen deze grenzen kan variëren. De rijsnelheid kan hierdoor ook gevarieerd worden, zonder dat daarbij de druppelgrootte en de afgifte veranderen. Zodra de vloeistofdruk buiten de vastgestelde grenzen komt wordt door de AirJet Controller een snelheidsalarm gegeven. Terwijl de AirJet Controller de luchtdruk regelt, regelt de CAS-2 spuitcomputer de vloeistofdruk afhankelijk van de gewenste afgifte, rijsnelheid en positie van de sectiekranen.

Koppeling spuitcomputer aan managementsystemen

Het koppelen van spuitcomputers aan managementinformatiesystemen is een belangrijke stap in de richting van een volledig geautomatiseerde gewasbescherming. Hierbij wordt op basis van een veelheid aan informatie (bijvoorbeeld bodemkaarten, bemestingskaarten, opbrengstkaarten, actuele weersgegevens, weervoorspellingen, teeltbegeleidingsprogramma's, enz.) bepaald wanneer, hoe en waar een bespuiting uitgevoerd moet worden. Middelenkeuze, dosering, dopkeuze en afstelling worden vastgelegd door het systeem. Zo kunnen opdrachten geprogrammeerd worden vanaf de PC en overgebracht worden naar de spuitcomputer die deze opdrachten kan uitvoeren. Na uitvoering van de werkzaamheden kunnen alle geregistreerde gegevens van de spuitcomputer weer overgebracht worden naar de PC voor verdere registratie. Hierdoor kan een nauwkeurige en op de lokale situatie afgestemde, kennisbank worden opgebouwd waardoor toekomstige bewerkingen gericht en efficiënter uitgevoerd kunnen worden.

Als gezamenlijke marktpartijen heeft Douven in samenwerking met Agrifac, Ecospray Technologies, Greenland Elec-

tronics en Van der Moere Automatisering voor loonwerkers reeds de elektronische werkbou ontweekeld en in de praktijk getest. Een handheld computer zo zorgt ervoor dat communicatie tussen de spuitcomputer en het managementinformatiesysteem in beide richtingen mogelijk is. De handheld computer is direkt aan de PC te koppelen. Opdrachten geprogrammeerd vanaf de PC kunnen via de handheld computer worden overgebracht naar de spuitcomputer die deze opdrachten kan uitvoeren. Na uitvoering van de werkzaamheden kunnen alle geregistreerde gegevens van de spuitcomputer weer overgebracht worden naar de PC voor verdere registratie en facturering. Doordat de handheld computer een alfanumeriek toetsenbord met beeldscherm heeft, kunnen opdrachten zowel thuis op de PC als op het perceel worden ingebracht of gewijzigd (perceel, klant, middel, instellingen etc.).

Selectieve spuittechnieken

De ontwikkeling van de geavanceerde sensortechnologie 'Selectspray' zorgt voor bepaalde toepassingen voor een belangrijke doorbraak. Selectspray is een nieuw ontwikkelde technologie met sensorgestuurde spuitdoppen, welke het mogelijk maakt om levend plantenmateriaal (chlorofyl) op spectrale reflectie te onderscheiden van elk ander materiaal zoals grond, verhardingen, stro, etc. Door elke spuitdop uit te rusten met een optische sensor en bijbehorende elektromagneetklep wordt alleen gespoten wanneer er zich ook daadwerkelijk bladgroen (bijvoorbeeld onkruiden) in het zichtveld van de sensor bevindt.

De ontwikkelde optische sensor gebruikt twee interne lichtbronnen (LEDs) waarmee monochromatisch licht (met golflengtes in de bovenste rode band resp. nabij de infrarode band van het elektromagnetische spectrum) wordt uitgestraald over een smalle strook van 30 cm breed. De lichtbundels hebben een zodanige (gemoduleerde) frequentie dat door de elektronica het gereflecteerde licht afkomstig van de LEDs gefilterd kan worden van de reflectie afkomstig van het zonlicht. De gereflecteerde hoeveelheid licht wordt door een fotodetektor ontvangen, waarna de reflectie (gereflecteerde lichtintensiteit / uitgestraalde lichtintensiteit) voor beide golflengtes berekend wordt.

Aangezien bladgroen een zeer specifieke reflectie heeft voor de gebruikte golflengtes, kan de sensor nauwkeurig bepalen of er zich ook bladgroen (onkruid) voor de spuitdoppen bevindt of niet. Doordat gebruik wordt gemaakt van kunstmatig licht is de werking van de sensor onafhankelijk van de lichtintensiteit. De machine is zelfs 's nachts inzetbaar, wat bijkomende voordelen kan bieden.

Zodra de sensor heeft vastgesteld dat er zich bladgroen in het zichtveld bevindt, wordt een stuursignaal naar een zeer snelle elektromagneetklep gestuurd. Doordat de sensor zich voor de spuitdop bevindt is de tijdvertraging voor het aansturen van de elektromagneetklep, afhankelijk van de rijsnelheid, zo geregeld dat de spuitdop altijd op het juiste moment geopend c.q. gesloten wordt. Zowel de optische sensor als de elektromagneetklep laten het toe te werken met rijsnelheden tot 20 km/h in de huidige configuratie.

De gevoeligheid van de sensor (minimale onkruidbedekking) is traploos instelbaar op de besturingskast. Door de gevoeligheid te verhogen of te verlagen kan men bepalen welke minimale onkruidgrootte nog behandeld moet worden. In de gevoeligste stand worden alle zichtbare onkruiden gedetecteerd en gespoten. Deze afstelbaarheid maakt het mogelijk om een onkruidenbeheer uit te gaan voeren. Het gewenste onkruidpatroon bepaalt de afstelling van de machine. Hierbij kan een afwijking worden gemaakt tussen maximaal bestrijdingseffect enerzijds en maximale besparing aan middelen anderzijds.

Toepassing Selectspray-systeem

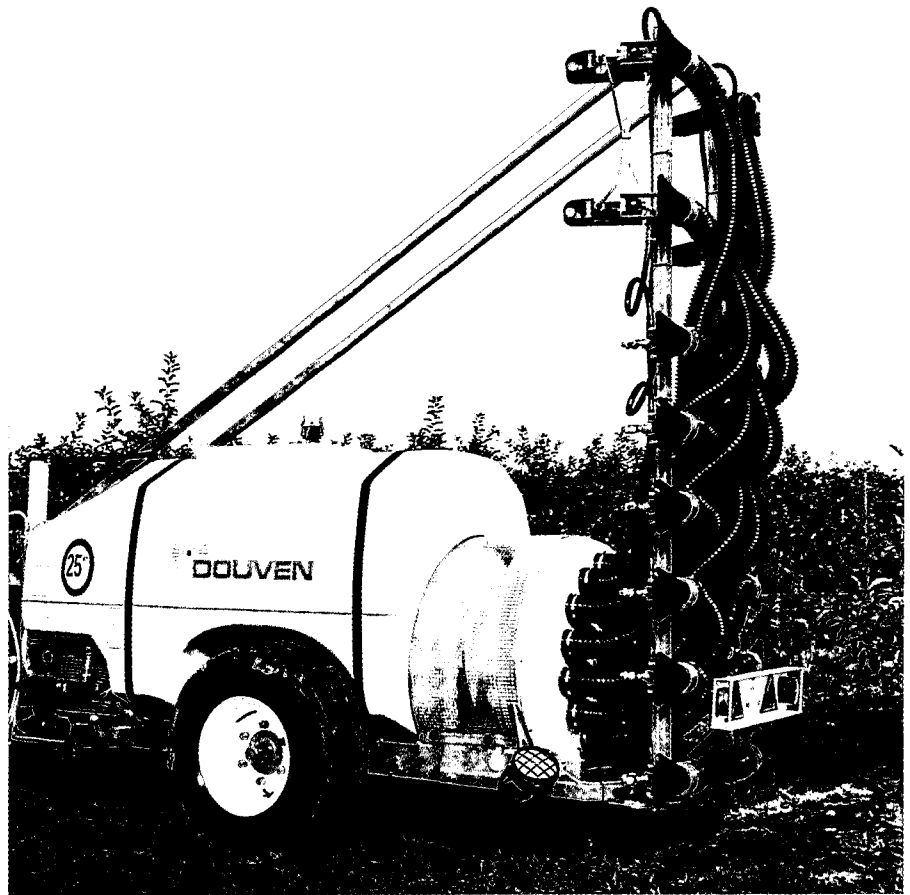
Het Selectspray-systeem is de afgelopen twee jaar met succes onderzocht voor toepassing bij onkruidbestrijding op verhardingen. Het systeem is tevens toepasbaar in de land- en tuinbouw. Zo kan in ruimtelculturen, zoals fruitteelt en wijnbouw, het Selectspray-systeem zowel worden gebruikt voor boomgerichte bespuitingen (fungiciden, insecticiden, groeiregulatoren) als ook voor onkruidbestrijding onder de bomen. Bij gebruik op de boomgaardspuit (figuur 4) tasten optische sensoren de boomrijen af, waarbij de sensor alleen de magneetklep van de bijbehorende spuitdop opent wan-

Figuur 4 – Selectspray-systeem op boomgaardspuit.

neer er zich ook daadwerkelijk blad of knoppen voor de doppen bevinden. Dezelfde sensoren kunnen ook omgebouwd worden op de onkruidspuit, waarbij dan alleen herbiciden zullen worden verspoten als er zich onkruid voor de spuitdop bevindt. Deze ontwikkeling biedt grote mogelijkheden om de hoeveelheid drift naar de lucht, bodem en oppervlaktewater en het verbruik aan middel sterk te reduceren.

Plaatsspecifiek spuiten met satelliet navigatie

De Selectspray sensor wordt mogelijk toekomstig ook een belangrijke schakel bij de plaatsspecifieke bespuitingen met GPS satelliet navigatie (Global Positioning System). Bij precisie landbouw kan op elke plaats in het perceel de input (zoals zaaizaad, meststoffen, spuitmiddelen) optimaal afgestemd worden op de behoefte van het gewas en de bodem. Van elk stukje grond moet veel informatie beschikbaar zijn over opbrengst, bodemsoort, voorraad aan meststoffen, veronkruiding, etc. De Selectspray sensor kan daarbij een belangrijke rol gaan spelen bij het in kaart brengen van gewasvariëaties en



de aanwezigheid van onkruiden.

Voor het uitvoeren van plaatsspecifieke bespuitingen zijn bepaalde aanpassingen aan spuitmachines noodzakelijk. Met de ontwikkeling van een elektrisch afsluitbare dophouder kunnen plaatsspecifieke bespui-

tingen met vloeibare meststoffen en/of onkruidbestrijdingsmiddelen via DGPS satelliet navigatie technisch gerealiseerd worden. Met dit systeem is het nu immers mogelijk om iedere spuitdop individueel te openen of te sluiten. @