

Slutrapport till SLF för projektnummer V0533104

Kombination av GPS och individuellt avstängningsbara spridare för att garantera skyddsavstånd vid kemisk bekämpning

Bakgrund

Sedan 1997 finns det i Sverige tydliga föreskrifter och råd om olika skyddsavstånd som ska beaktas vid spridning av kemiska bekämpningsmedel. Vindanpassade skyddsavstånd är beroende av väderleken, medan de markanpassade beror på relativt fasta förhållanden. Detta gör att markanpassade skyddsavstånd kan bestämmas långt i förväg och ligger fast från år till år. Vindanpassade skyddsavstånd måste däremot bestämmas på fältet vid spridningstidpunkten. Exempel på markanpassade skyddsavstånd kan vara 12 m till brunn, 6 m till sjöar och vattendrag, samt 1 m till diken och dräneringsbrunnar.

Enligt enkätundersökningar gjorda vid Näringslivets undersökningsinstitut (NUI) är det många av landets sprutförare som inte följer de allmänna rådens rekommendationer om skyddsavstånd (NUI, 2002). Även för de förare som följer de allmänna råden, innebär dagens konventionella sprutor problem vid skyddszonerna. Bredden på rampdelarna är 3 till 12 m vilket innebär dålig precision vid avstängning för skyddsobjekt. Att ha enskild avstängning av varje munstycke på rampen skulle öka precisionen och samtidigt minska det överlapp som normalt uppkommer vid kilar.

Ett alternativt skydd som har förts fram när det gäller dräneringsbrunnar, är att gräva ner brunnen eller täcka den med halm. Nedgrävning är kostsamt och kan också vara i strid med dikningsföretagets villkor. Det senare alternativet med täckning ersätter inte skyddszonen, eftersom det inte har kunnat visas att det har tillräcklig effekt (Torstensson, 2001).

Användningen av navigationssystem i lantbruket har ökat under de senaste åren. GNSS är ett samlingsnamn för positioneringssystem via satelliter (Global Navigation Satellite System) (Engfeldt & Jivall, 2003). GNSS, tillsammans med GIS (geografiska informationssystem) skulle kunna bli viktiga verktyg även för att hålla koll på skyddszoner vid kemisk bekämpning.

Projektets finansiär, Stiftelsen Lantbruksforskning SLF, bad projektgruppen genomföra en förstudie innan detta projekt kunde beviljas. Förstudien skulle belysa vilka miljövinster som kunde förväntas med föreslaget projekt om automatisk avstängning av sprutan. Ur förstudien framkom det att miljövinster i form av minskat överlapp och effektivare utnyttjande av åkermarken är begränsade. De kan troligtvis inte ensamt försvara investeringen i ett sådant system, men bidrar naturligtvis till systemets fördelar. Störst potentiell miljövinst skapas troligtvis genom att systemet blir automatiskt och på så sätt förhindrar misstag och slarv. Dokumentation av växtskyddsinsatserna har också möjlighet att bli bättre och mer objektiv med ett sådant system, vilket innebär ökad livsmedelssäkerhet och bättre kontrollmöjligheter för kvalitetssäkringsprogrammen (Nilsson, 2004).

Projektets mål var att utveckla och studera ett system av hårdvara och mjukvara, varigenom man kan kombinera positionering via GNSS med individuell avstängning av enskilda spridare längs bommen, för att därigenom kunna styra spridningen över fältet och t.ex. undvika att bespruta skyddsvärda områden definierade i ett GIS.

Material och metoder

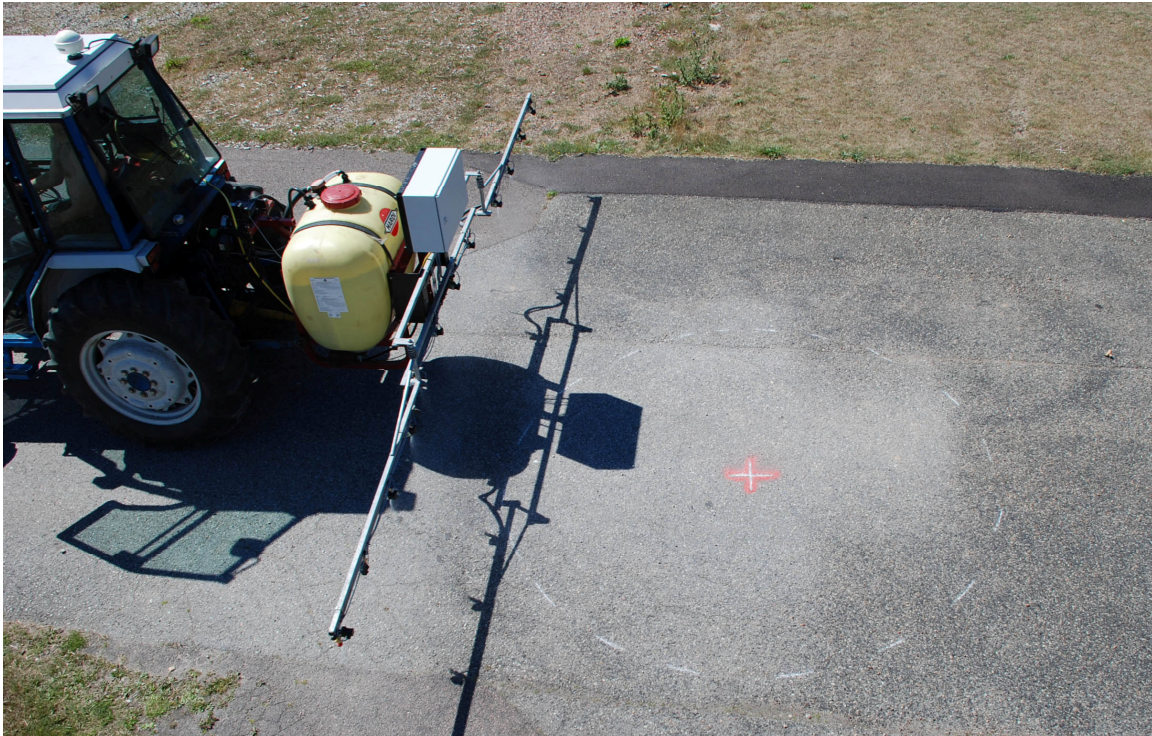
En kravspecifikation för ett styrsystem som kunde uppfylla projektets målsättning utarbetades vid projektets start. Eftersom det då framkom att det fanns utrustning på marknaden som klarade delar av målsättningen, baserades utvecklingsarbetet på kommunikation om funktionskrav och utvärderingsresultat med olika tillverkare. Ett kommersiellt system, Legacy 6000 från Teejet, köptes in. Utförlig beskrivning av systemets funktion framgår av Mickelåker & Svensson (2009). Första åren användes styrsystemet på en konventionell spruta med 24 m ramp, indelad i sju sektioner (Lindström i Lomma, BSP3600). GPS-mottagaren som användes var DGPS med sjöfartsverkets korrekctionssignal (Beacon) alternativt Egnos. Utvärdering av systemets funktion gjordes dels genom mätning av precision och noggrannhet i fält, dels genom praktiskt växtskyddsarbete på drygt 2000 ha. Detta skedde hos en försöksvärd med maskinstationsverksamhet i sydöstra Skåne. Erfarenheter från användningen kommunicerades med leverantörer och tillverkare av liknande styrsystem. Under projektets senare del monterades Legacy 6000 på en mindre burens spruta med 6 m ramp och individuell munstycksavstängning. Till denna spruta användes i första hand RTK GPS med egen basstation.

I utvärderingen av sprutorna ingick bla mätning av vilken precision som kan förväntas. Vid mätning med Lindströmssprutan gjordes videoinspelning som sedan analyserades bild för bild i mjukvaran Windows Movie Maker (Microsoft) (figur 7). Upplösningen i tid var 15 bilder per sekund, som med körhastigheten 6 km/h gav en upplösning på ca 0,11 meter i körriktningen. Mätningarna med Lindströmssprutan gjordes under säsongen 2006, då det i Legacy 6000 endast var möjligt att ange ett gemensamt värde för fördröjning av till- och frånslag.



Figur 1. Videofilmerna analyserades bild för bild när sprutan passerade gränsen, här markerad med en plastkäpp med vit flagga. Bilden till vänster visar när rampen aktiveras, bilden i mitten när sprutduschen är fullt utvecklad och nått marken, och bilden till höger visar när rampen passerar gränsen. Tidsskillnaden mellan mittbilden och högerbilden gav, tillsammans med hastigheten, avståndet mellan önskad och verklig gräns.

För att dokumentera noggrannhet och precision med Hardi-sprutan krävdes en mätmetod med högre precision samt möjlighet att studera sprutans manövrering i två dimensioner. En fiktiv brunn med skyddszon, sammantaget en cirkel med radie 1,5 meter, markerades på en asfaltplan (figur 2).

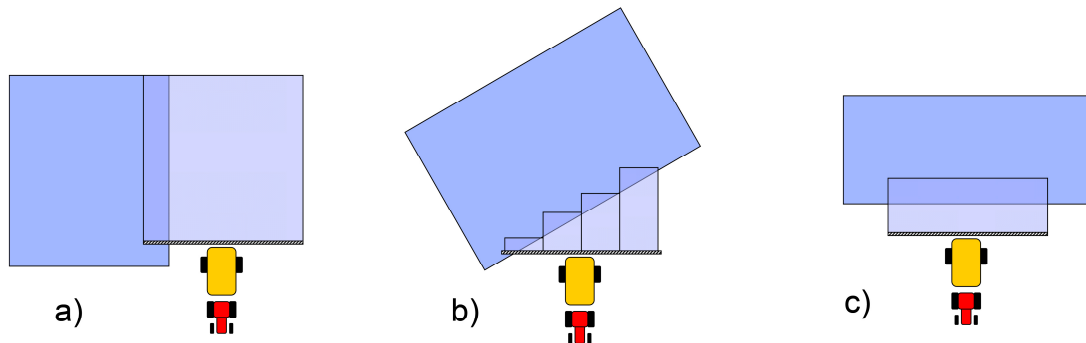


Figur 2. Försök med RTK Hardi. Sprutan kördes över en fiktiv brunn (kors) med tillhörande skyddszon (vitstreckad cirkel). Mörkfärgade området bakom sprutan har blivit besprutat medan det ljusare området inte har blivit det.

Sprutan kördes över asfaltytan med den markerade skyddszonen och direkt efter överfart fotograferades ytan snett uppifrån. Blöta områden som hade besprutats syntes tydligt på bilderna. Avståndet från centrummarkeringen till skyddszonens gräns (reference boundary, se bilaga), samt avståndet från centrum till besprutat område mättes i bilden. Genom att utgå ifrån skyddszonens verkliga bredd på 1,5 meter kunde det verkliga avståndet till besprutat område beräknas. Mätningen gjordes i åtta riktningar på bilden. Vätskan avdunstade snabbt och upprepning av försöket kunde göras på samma plats inom ca två minuter. Totalt provades sex olika systemkonfigurationer, med tio upprepningar för varje konfiguration (tabell 1). Standardspridarna (TP11003VS) gav duschkvalitet medium medan injektorspridarna (AVI11003) gav grov duschkvalitet. Körhastigheten var 6 km/h (1,66 m/s) vid samtliga körningar. Mätningarna med Hardi-sprutan utfördes under 2008, då det hade blivit möjligt att i Legacy 6000 definiera olika tid för fördröjning vid fränslag resp. tillslag.

För att skapa styrfiler till Lindströmsprutan behövdes försöksvärdens fält mätas in. Hörnpunkter och brunnar mättes in med RTK GPS. Mätningen gjordes genom att montera mottagaren på en fyrhjulig motorcykel och köra till varje punkt som skulle mätas in. För att jämföra olika metoder för att mäta in fält och skyddszoner användes ytterligare tre metoder. Den första metoden gick ut på att skapa fältpolygoner utifrån skärmdigitalisering av ortofoto. Enkelt uttryckt gjordes detta genom att öppna ortofotot i ArcGIS och rita fältpolygonerna manuellt genom att titta på skärmen. Vid den andra metoden användes de dokumentationsfiler som erhöles av systemet när lantbrukaren redan sprutat fältet en gång. Utifrån dokumentationen ritades fältpolygon på skärmen. Den tredje metoden gick ut på att föraren vid sprutning av yttervarvet lät Legacy 6000 registrera fältgränsen vid ena rampänden, t.ex. höger rampände vid vänstervarv. Dessa alternativa metoder jämfördes med fältpolygonerna från RTK-metoden. Jämförelsen gjordes genom att manuellt välja ut ett flertal platser runt fältets gräns där avståndet mellan de olika fältgränserna mättes. Riktningen för avståndsmätningen var vinkelrät mot fältgränsen som skapats med RTK-GPS.

I projektet har två metoder för att beräkna dubbelsprutad yta av ett fält tagits fram. Den ena metoden bygger på teoretiska beräkningar utifrån fältets storlek och form, den andra bygger på de dokumentationsfiler som skapas vid sprutning med Legacy 6000. Den teoretiska metoden bygger på att fältets storlek och form beskrivs som polygoner i ett plan. Vid beräkningarna används relativt enkla matematiska formler, bl a likformighet och räta linjens ekvation. Antagande om att alla delar av fältet ska behandlas är en förutsättning för beräkningarna. Överlappning delas enligt metoden upp i tre olika delar som beräknas var för sig och summeras för att beräkna totalt dubbelsprutad yta (figur 3). Detaljerna kring den teoretiska metoden för att beräkna dubbelsprutad yta redovisas i artikel som är insänd till vetenskaplig tidskrift (Mickelåker, 2008). Metoden för att beräkna dubbelsprutad yta utifrån styrsystemets dokumentationsfiler baseras på verktyg i programvaran ArcGIS (ESRI).



Figur 3. Tre olika anledningar till varför dubbelbesprutning uppstår: a) hela arbetsbredden kan inte utnyttjas eftersom navigeringen är osäker, b) rampen stängs av i sektioner och fälten har icke-vinkelräta hörn, samt c) manövrering av till- och frånslag är osäker.

Resultat

I början av projektet definierades krav på grundläggande funktioner som krävdes för att uppfylla projektets mål. Dessa krav kommunicerades med tillverkarna och användes också som underlag när styrsystem köptes in till projektet.

- Automatisk kontroll av varje rampsektion, eller varje munstycke
- Undvika onödig dubbelsprutning, dvs inte mer överlappning än att mistor undviks
- Möjlighet att i förväg definiera områden som inte ska behandlas. Dessa områden ska helt undvikas, dvs det är bättre att lämna större yta obehandlad
- Dokumentera insatsen i fält
- Använda standardiserat dataformat för indata och dokumentationsfiler, samt ha möjlighet att överföra data mellan styrsystemet och andra datorer. Lämplig dataformat kan vara ESRI Shape och dataöverföring kan ske, exempelvis via USB, PCMCIA eller trådlös anslutning.

Mätning med Lindströmsprutan gjordes med olika inställning för sprutsystemets fördröjning, samt med olika typer av fältgränser som passerades. Tabell 1 sammanfattar förutsättningar och resultat från mätningarna.

Tabell 1. Resultat från Lindström-sprutan

Typ av fältgräns	Frånslag Medel ¹ (m)	Std.av. (m)	N	Tillslag Medel ¹ (m)	Std.av. (m)	N	Hast. (m/s)
Rak (90°) gräns, fördröjning 1,5 s	+1,66	0,55	21	-1,13	0,51	22	1,66
Vinklad (45°) gräns, fördröjning 1,5 s	+0,03	0,45	4	+5,21	2,45	4	1,66
Cirkulär zon (R=2m), fördröjning 0,7 s	+0,66	0,25	8	-1,09	0,33	8	1,66
Cirkulär zon (R=2m), fördröjning 1,4 s	-0,45	0,51	9	-1,92	0,30	9	1,66
Cirkulär zon (R=2m), sväng, fördröjning 0,7s	-0,08	0,40	4	-0,92	0,42	4	2,0 ²

¹Positivt värde anger efter gräns, negativt före gräns

²Hastighet för delsektionens centrum

Sex olika maskinkonfigurationer testades med Hardi-sprutan (se bilaga) och varje inställning upprepades 10 gånger. Tabell 2 sammanfattar den del av resultatet som motsvarar tidigare mätningar med Lindström-sprutan. Grafisk presentation av resultatet finns som bilaga.

Tabell 2. Resultat från mätning med Hardi-sprutan

Inställningar (se bilaga)	Frånslag Medel ¹ (m)	Std.av (m)	Tillslag Medel ¹ (m)	Std.av. (m)
I	+0,69	0,37	+0,51	0,42
II	+0,33	0,33	+0,85	0,25
III	+0,19	0,41	-0,31	0,37
IV	+0,97	0,29	+0,40	0,36
V	+0,65	0,60	+0,42	0,55
VI	+2,00	0,41	+1,66	0,27

¹Positivt värde avser efter gräns, negativt före gräns

Legacy 6000 är ett flexibelt system med många användningsområden, vilket också innebär att det finns många menysteg och inställningsmöjligheter. Med en traditionell styrdator kan arbetet med sprutning starta direkt när föraren har fyllt vatten och preparat i sprutan. Med automatisk avstängning så måste föraren definiera vad systemet ska användas till samt vilket fält som ska behandlas. Även om det inte innebär så många menysteg så var detta ett moment som innebar ett större hinder än väntat. Försöksvärden upplevde att systemet var bättre på att undvika dubbelsprutning och mistor, jämfört med när han manövrerade rampen manuellt. Det var dock svårt att se någon mätbar besparing av preparat, mer än att den sprutade arealen som redovisades i styrdatorn var mindre än den brukade vara. Vid några tillfällen möjliggjorde automatisk avstängning att arbetet kunde fortsätta även efter mörkrets inbrott, vilket innebar att arbetet kunde slutföras samma dag.

Sprutning med Legacy 6000 kan ske utan att någon gränsfil finns till fältet. Ett problem som uppstod var då att yttersta rampsektionen slogs på när sprutan svängdes runt på vändtegen. Risken fanns då att sprutvätska spreds utanför spridningsområdet, eller att fältets ytterkant blev sprutad två gånger.

Den metod som i huvudsak användes för att mäta in fält var RTK GPS. Denna metod användes för att validera de tre alternativa metoderna. Resultatet finns i tabell 3.

Tabell 3. Avvikelse mellan inmätning av fält med RTK GPS och tre alternativa metoder. Negativa värden avser att den alternativa gränsen är innanför den gräns som mätts in med RTK GPS.

Metod	Skärmdigitalisering ortofoto	Manuellt från dokumentationsfil	Automatiskt vid yttervarvet
Antal mätvärden	22	41	41
Medel (m)	-0,57	0,08	-0,59
Standardavv. (m)	1,19	1,33	0,89

Försöksvärdens fält, som mättes in med RTK GPS (totalt 59 fält och 408 ha), användes som underlag för de teoretiska beräkningarna av dubbelsprutad yta. Två olika maskinkonfigurationer jämfördes (tabell 4). De båda fiktiva sprutorna hade en arbetsbredd på 24 meter, men den precisionsstyrda sprutan hade individuell munstycksavstängning och automatisk styrning av traktor och spruta via GNSS, istället för fyra delsektioner och manuell styrning som på den konventionella (KONV).

Tabell 4. Dubbelsprutad yta (A_D) enligt indelning i figur 3. Exemplet avser jämförelse mellan två hypotetiska maskinkonfigurationer, på de fält som mättes in hos försöksvärden i projektet

	KONV	GNSS
Rampbredd	24 m	24 m
Effektiv arbetsbredd	23 m	23,8 m
Antal sektioner	4	48
Sektionsbredd	6 m	0,5 m
Fördröjning vid vändteg	2,5 m	1 m
A_{Da}	17,36 ha	3,43 ha
A_{Db}	8,58 ha	0,72 ha
A_{Dc}	6,63 ha	2,65 ha
Total A_D	32,57 ha	6,80 ha
- % of totala fältytan	8,0 %	1,7 %
- % mängd produkt av totalt använd mängd	7,4 %	1,6 %

Skillnad i dubbelsprutad yta mellan den konventionella sprutan (KONV) och precisionssprutan (GNSS) var 25,77 hektar. Om man antar att den genomsnittliga preparatkostnaden är 500 kr/ha, så innebär detta en årlig minskning av den totala preparatkostnaden på 12 885 kr. Detta bör då vägas mot kostnader för mer avancerad utrustning.

För att förenkla beräkningarna av dubbelsprutad andel enligt situation b och c (figur 3), så har en modell anpassats till resultatet av beräkning på de enskilda fälten i ovanstående dataunderlag. Utifrån modellerna har två olika beräkningsmallar skapats. Båda finns tillgängliga på hemsidan för Precisionsodling Sverige (POS, [www](http://www.pos.se)).

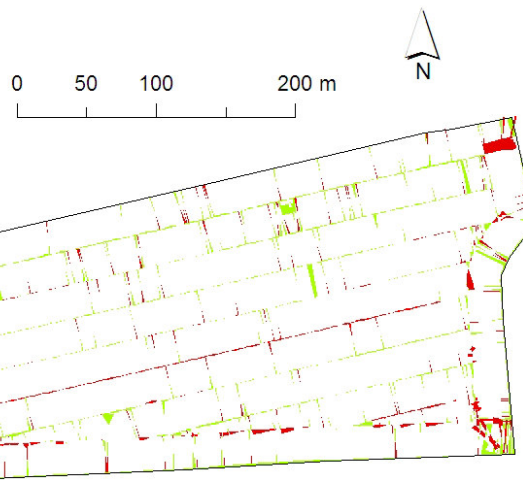
De specifika funktioner som har använts i programvaran ArcGIS för att beräkna dubbelsprutad yta från dokumentationsfilerna redovisas inte här, utan endast principen för metoden. Polygonerna i dokumentationsfilen delades på varje ställe där två polygoner överlappade varandra. Därefter summerades antalet lager, och överlappande polygoner gjordes om till en polygon, där polygonens attribut angav det ursprungliga antalet lager. Utöver detta fanns också uppgift om utsprutad dosering, som också summerades för alla

polygoner på samma yta. Den obehandlade ytan inom fältet beräknades genom att subtrahera fältpolygonen (inmätt med RTK GPS) från den behandlade ytan enligt dokumentationsfilen. De olika stegen i metoden gjordes manuellt och var relativt tidskrävande. Endast ett skifte analyserades med metoden (figur 4). Ovanstående teoretiska beräkningsmetod gav 1,4 % dubbelsprutad yta (överlappning enligt b och c i figur 3) för samma skifte. Metoden över-skattar till viss del mistor och överlappning, eftersom polygonerna ”delar” sig när vätskemängden eller den aktiva arbetsbredden ändras. Om då rampens riktning ändras något precis i skarven så ger detta upphov till både mista och överlapp, vilket inte var fallet i verkligheten. Om dokumentationsfilen skulle kunna hålla ihop polygonerna under hela tiden som en rampdel var aktiverad så skulle beräkningensmetoden ge mer rättvisande resultat.

Dubbelt och obehandlat (andel av fält)

Skifte 7A, Tureholm

- Obehandlat (4,6 %)
- Normal dos (93,3 %)
- Dubbelt eller mer (2,1 %)



Figur 4. Obehandlad och dubbelsprutad yta på ett skifte hos försöksvärden. Den långsmala, obehandlade ytan i sydvästra hörnet är en skyddszon intill grannens betfält.

Vid projektets start (2005) fanns det inte något system på den svenska marknaden som hanterade automatisk avstängning av sprutans ordinarie rampsektioner. Marknadens intresse har ökat markant under projektiden. På Borgeby Fältdagar 2008 visades sex olika fabrikat för besökarna. Enligt uppgift från leverantörerna var antalet användare vid denna tidpunkt dock begränsat.

Den 13 januari 2008 publicerades ett pressmeddelande på hemsidan till The Mitchell Farm, Iowa, USA. Enligt meddelandet hade ett samarbete startat mellan Kee Technologies, Navcom och Capstan Ag. De tre aktörerna hade utvecklat en prototyp för automatisk avstängning av individuella spridare längs sprutrampen på en självgående spruta. Även idén med individuell munstycksavstängning har intresserat tillverkare och lantbrukare.

Diskussion

Relativt enkla och billiga verktyg användes för att utföra kontrollmätningar med Lindströmssprutan. Den variation som erhöles med sprutan var betydligt högre än mätmetodens uppskattade upplösning i körriktningen, vilket innebär att metoden var tillräckligt noggrann. Om man i framtiden vill studera utrustning med högre precision så krävs också bättre metoder med högre upplösning. Den använda metoden utvecklades i samband med att mätningarna genomfördes, vilket var orsaken till att inte alla inställningar och situationer upprepades lika många gånger.

Det är i första hand variationen mellan mätningarna som är intressant, eftersom fördröjning och i viss mån även parametrar om fordonets geometri kan användas för att justera in

medelavståndet till gränsen. Eftersom fördröjningen för till- och frånslag inte var lika, så var det viktigt för systemets funktion att Legacy 6000 under kommande säsonger kunde konfigureras med olika fördröjning för till- och frånslag.

Samtliga mätningar med Lindström-sprutan gav ungefär samma standardavvikelse, med undantag för tillslag vid sned gräns. Vad detta undantag berodde på är oklart. Möjligen skulle närheten till fältets ytterkant kunna påverka, men avståndet var i storleksordningen 10 m vilket borde vara tillräckligt. Med undantag för tillslag vid sned gräns så var standardavvikelsen i genomsnitt 0,41 m. Med två gånger värdet för standardavvikelsen så täcker man in drygt 95 % av tillfällena, om mätningarna följer en normalfördelning. Detta skulle innebära att noggrannheten blir ca +/- 1 m vid användning i praktiken.

Enligt resultatet från Hardi-sprutan så flyttades medelavståndet för både till- och frånslag, när frånslagsfördröjningen ändrades. Vad detta berodde på är inte klarlagt. Eventuell skillnad mellan olika duschkvalitet var för liten för att identifieras med metoden. Medelvärde för standardavvikelsen för samtliga mätningar med RTK GPS var 0,35 m, jämfört med 0,58 m för Sjöfartsverkets korrektionssignal (Beacon), vilket visar att mottagarens noggrannhet påverkade resultatet. I praktiken så innebär skillnaden i variation med RTK GPS, jämfört med de andra mottagarna, hur mycket av variationen som kan hänföras åt styrsystemet och sprutan, och hur mycket som beror på positioneringen. Utifrån resultatet kan man också konstatera att GPS med EGNOS-korrektion gav fel information om skyddszonens placering

Inmätning av fält med RTK GPS fungerade bra. Om inmätning i fält samordnas med annan inmätning, exempelvis täckdikningsplanering eller markkartering, kan kostnaderna sänkas. Fältgränser ändras inte varje år, utan kostnaden kan fördelas på flera års användande. Data från inmätningen kan också komma till nytta vid andra tillfällen, t.ex. växtodlingsplanering, ansökan om EU-stöd, underhåll av dikessystem etc. De alternativa metoderna kan fungera tillfredsställande, men då bör extra säkerhetsmarginal läggas till för skyddszoner. Observera att fel i inmätning adderas till fel vid spridning. Rådet är att mäta in gränserna med hög noggrannhet, för att sedan anpassa precisionsnivån vid spridning.

Beräkningar av den dubbelsprutade ytan som erhålls med olika styrsystem visade att investering i tekniken kan vara ekonomiskt lönsam. De beräkningsmallar som finns tillgängliga på POS hemsida gör det enkelt för den enskilde lantbrukaren att själv göra en bedömning av investeringens lönsamhet. Svårigheten med beräkningarna är i första hand att bedöma noggrannhet för det manuella systemet. Olika förare manövrerar sprutan på olika sätt och med olika säkerhetsmarginal, medan automatiskt styrda system är enklare att förutsäga. Dessutom dokumenterar det automatiska systemet hur det har sprutat fältet, vilket gör det enklare att i efterhand bedöma de parametrar som behövs för beräkningarna.

Slutsats

Även om metoderna i projektet har ändrats en del under projektiden, så har projektets mål uppfyllts. Många av fördelarna med ett automatiskt styrsystem till sprutan kan uppfyllas utan att det nödvändigtvis behöver innebära avstängning av individuella spridare. Men egentligen innebär datorkontroll och ventiler till varje spridare att det inte finns någon anledning att dela in rampen i onödigt breda sektioner som minskar den ekonomiska nyttan av systemet.

Referenser

Engfeldt, A. & Jivall, L. 2003. Så fungerar GNSS – Ett samarbetsprojekt mellan Banverket, Lantmäteriet och Vägverket. Rapport 2003:10. Lantmäteriet, Gävle

Mitchell Farm, 2008. Individual Nozzle Control. Hemsida med text och video, uppdaterad den 13 januari 2008. <http://www.mitchellfarm.com/?p=57>

Nilsson, J. 2004. Användning av en kombination av GPS och individuellt avstängningsbara spridare för att garantera skyddsavstånd. Rapport till Stiftelsen Lantbruksforskning. Inst. för Landskaps- och trädgårdsteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp (opublicerad).

NUI. 2002. Omnibusundersökningen Sveriges Lantbruk, hösten 2002. Åkersberga: Näringslivets undersökningsinstitut.

POS. Precisionsodling Sverige, hemsida. 2008-11-18. <http://www.agrovast.se/precision>

Torstensson, L. 2001. Halm skyddar dikesbrunnar vid bladmögelbekämpning. SLU Fakta/Jordbruk nr 16:2001. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet

Publikationer

Mickelåker, J. 2008. Calculation of sprayer overlap for general field shapes. Precision Agriculture, Springer (insänd oktober 2008)

Mickelåker, J & Svensson, S.A. 2009. Auto-boom control to avoid spraying pre-defined areas. Paper and oral presentation at JIAC 2009, 6-8 juli 2009, Wageningen (insänd januari 2009)

Mickelåker, J. & Svensson, S.A. 2009. Automatisk avstängning av sprutan. LTJ-rapport 2009:1, Sveriges Lantbruksuniversitet, Alnarp, ISBN: 978-91-86197-00-1

Svensson, S.A., Nilsson, E. & Nilsson, J. 2005. Using a combination of GPS and individually operated nozzles to ensure compliance with buffer zones. Poster abstract for 5th ECPA, Uppsala, Wageningen Academic Publishers, Nederländerna

Övriga informationsinsatser

Poster och informationsmaterial om projektets planer, juni 2005, Borgeby Fältdagar,

Information om krav på miljövänliga styrsystem till utställare på Agritechnica november 2005, Hannover.

Demonstration av spruta med automatisk rampavstängning, samt möjlighet för besökarna att själv åka med under arbete, juni 2006, Borgeby Fältdagar

Utskick till maskintillverkare med information om första årets erfarenheter, januari 2007

Muntligt föredrag och utställning i LOFT-monter på Elmia Maskin & Fält 2007, Jönköping

Medverkat med bilder och information till artikel om intelligenta sprutor i tidningen Lantmannen, nr 3 2008, LRF Media

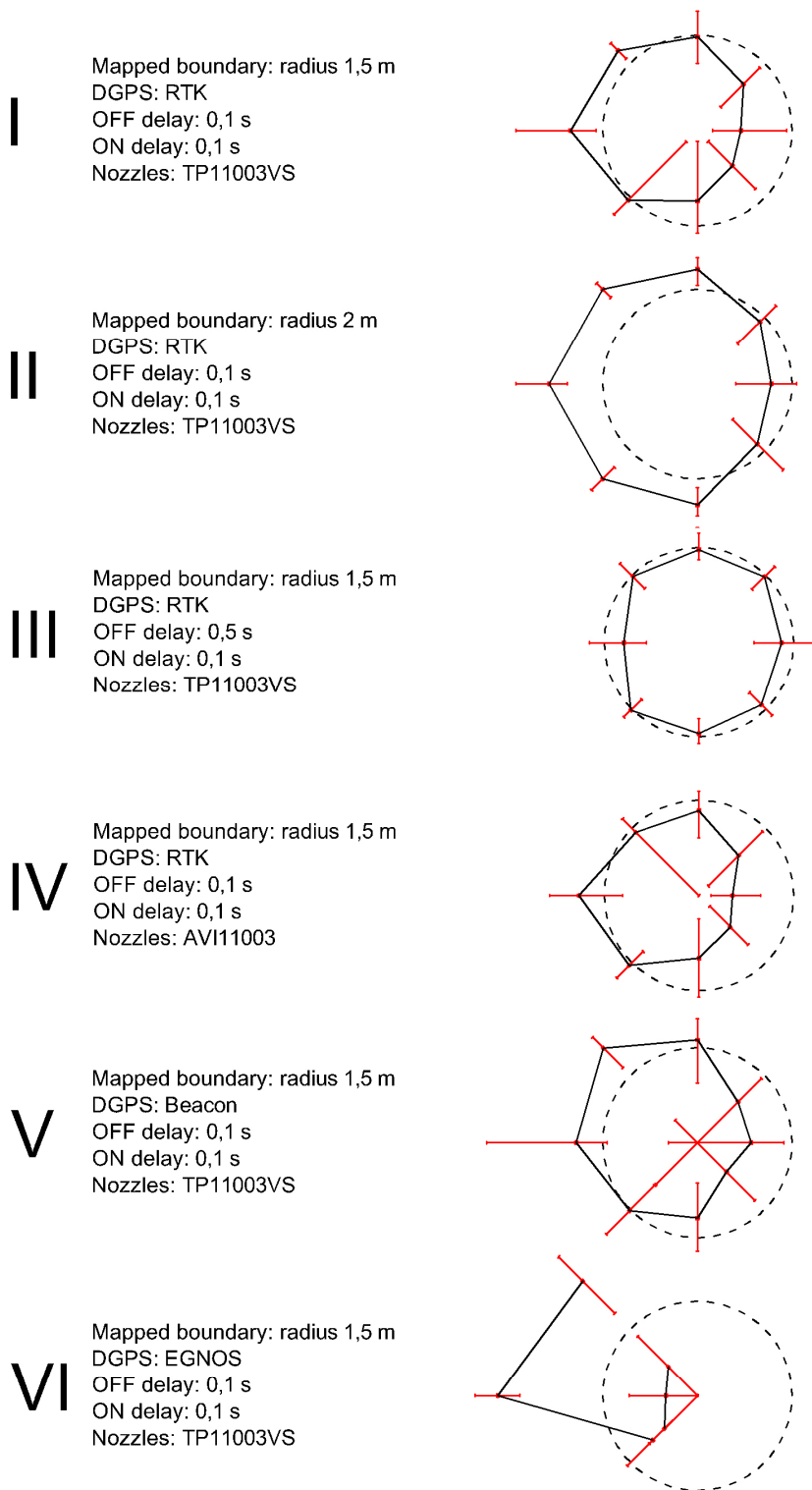
Information om projektet på hemsidan Växtskydd i Alnarp
<http://www.vaxtskyddalnarp.se/Autobom.htm>

Ekonomiska kalkyler för automatisk avstängning på POS hemsida
<http://www.agrovast.se/precision/index-filer/Page809.htm>

Demonstration av spruta med individuell munstycksavstängning, juni 2008, Borgeby Fältdagar

Demonstration av spruta med individuell munstycksavstängning, Lantbrukardagarna, Logården, juli 2008, Grästorp

Bilaga: Resultat från mätningar med RTK Hardi



----- Reference boundary, radius 1,5 m

• Average

— — — — — Min and max values

————— Average spray pattern

← Driving direction