



Slutredovisning av uppdraget:

## Säkrare och effektivare appliceringsteknik i växthusodling

**Sven Axel Svensson**

Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik, SLU Alnarp

**Klara Löfvist**

LRF Konsult, Malmö

### Formalia

På uppdrag av Jordbruksverket (SJV) har institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik (LT), SLU Alnarp, utfört en inledande studie, inkl mätningar, om riskerna för läckage i samband med kemisk bekämpning i växthus. Arbetet skedde i nära samarbete med LRF Konsult. Mätningen skedde i december 2005. Resultatet från denna mätning ansågs orimligt, varför faktaredovisningen uppsköts. LT och LRF Konsult bidrog med egna resurser för att genomföra ytterligare en mätning. Den skedde i mars 2006.

### Bakgrund

Vid bekämpning på **friland** finns ofta vindpåverkan som negativt påverkar spridningsjämnheten och kapacitetskrav som ger höga körhastigheter med stora bomrörelser. För att minimera vindavdriftens skyddsavstånd tillgrips grova duschkvaliteter (stora droppar) som kan försämra den goda täckningen. På fält används vätskemängder om 75 – 300 l/ha (med vissa undantag).

Vid **produktion under glas** störs man inte av vinden. Däremot sker nästan all sprutning för hand (undantag dimning och självgående ramper). Så länge sprututrustningen utgörs av en handhållen sprutlans, blir också resultatet kopplat till sprutförarens skicklighet. En jämn fördelning över ytan blir beroende av en konstant gånghastighet och en jämn ”penselföring”.

I växthuskulturer används stora vätskemängder (exempelvis 300 – 4000 l/ha). Det finns inte många argument till varför så stora vätskemängder skulle behövas, speciellt när man betänker att man i växthus har eliminerat en hel del av de faktorer, som i lantbruket medför en dålig appliceringskvalitet; vindavdrift, hög körhastighet, ramprörelser, etc. I vissa växthuskulturer (företrädesvis grönsaker) har man dock en större bladmassa än på friland och

---

Postadress	Besöksadress	Tel.	Fax	E-post
Box 66	Kungsgårds-	040-41 50 00	040-46 40 85	<a href="mailto:SVEN-AXEL.SVENSSON@LT.SLU.SE">SVEN-AXEL.SVENSSON@LT.SLU.SE</a>
230 53 ALNARP	vägen 8 A	040-41 51 45 (direkt)		Mobil: 0702 86 55 41

ett mer svårgenomträngligt bladverk. Mark och golv i växthus utgöres i stort sett aldrig av biologiskt aktiva skikt, där en nedbrytning skulle kunna tänkas ske, utan är oftast utformade för att ge en god dränering och för att förhindra att ogräs växer (som kan härbärgera olika växtskadegörare och -sjukdomar).

Stora vätskemängder kan eventuellt medföra att fytotoxiska effekter (brännskador) blir relativt sällsynta, men leder undantagslöst till avrinning. Detta innebär förluster med läckerisk till grundvattnet. Det syns orimligt att en ytterligare höjning av vätskemängden skulle ge bättre bekämpningsresultat. Behörighetsutbildningens kursbok uttrycker t ex en otillfredsställelse över att det är så oklart hur man skall välja vätskemängd.

Vi har inte funnit uppgifter i litteraturen om hur stor avrinningen är och heller inte vilka faktorer som inverkar, förutom de grundläggande, generella uppgifter som finns för begreppet retention. Exempel på faktorer som kan höja retentionen är små droppar, låga vätskemängder, låg ytspänning, horisontella ytor, mm.

För att kunna gå vidare med utveckling av appliceringstekniken i växthus är det väsentligt att ha kunskap om hur mycket som verkligen hamnar på markytan vid sprutning.

## **Syfte**

Projektets mål är att skaffa kunskap om hur mycket bekämpningsmedel som träffar markytan i samband med kemisk bekämpning i växthus. Krukväxtproduktion har under de flesta utvecklingsstadier ett stort bekämpningsbehov, varför projektet koncentrerades på denna produktionsinriktning.

## **Metod**

Mätningarna skedde i kommersiell krukväxtproduktion i Skåne. Mätmetoden innebar att plastfolier lades ut på ett antal ställen under den sprutade ytan. Efter sprutning tvättades folierna, varefter tvättvattnet samlades upp och analyserades efter halten bekämpningsmedel.

Efter kontakt med analysföretaget AnalyCen, Linköping (Torbjörn Synnerdahl, pers inf) valdes bekämpningsmedlet BASF Cycocel Plus med den verksamma beståndsdelen klor-mekvatklorid 460 g/l. BASF Cycocel Plus användes för tillväxtreglering av prydnadsväxter. Klormekvatklorid är stabilt, ej flyktigt, vattenlösligt och lätt att analysera. Dessutom är den akuta giftigheten låg.

Laboratorium var AnalyCen AB i Lidköping. Mätmetoden betecknas med LCMSMS och används för att spåra låga halter av ämnen i t ex livsmedel och vatten.

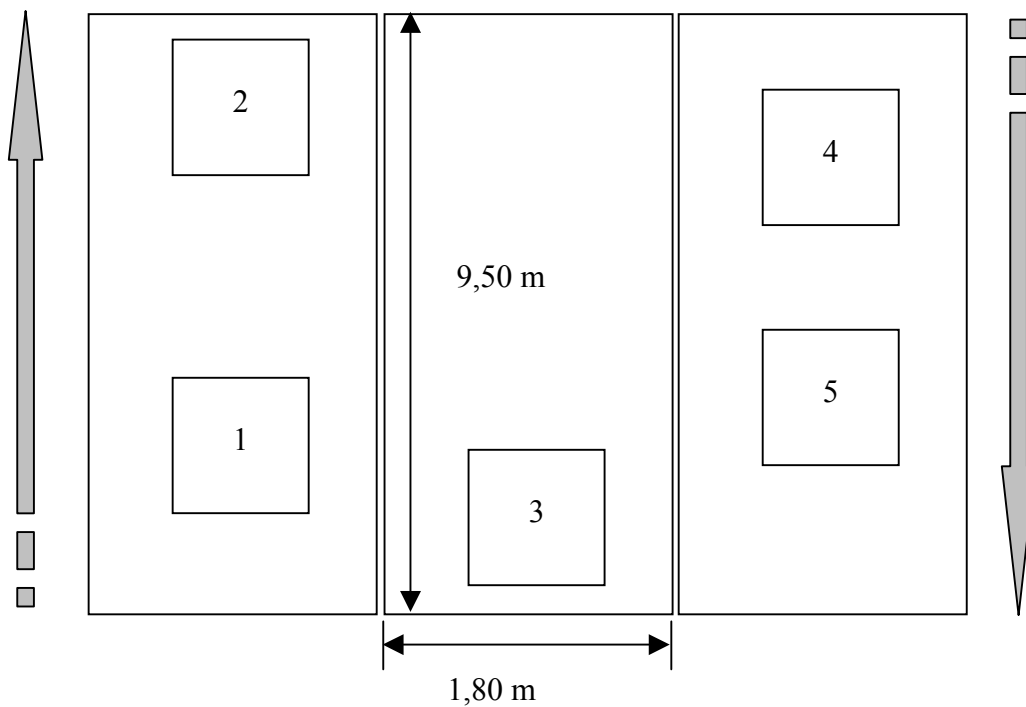
### **Mätning 1: 2005-12-05**

I första mätningen, som skedde i en begoniakultur på rännbord, användes 5 st mätpunkter, i form av 1 m<sup>2</sup> stora ramar på vilket en plastfolie var uppspänd (figur 1). Ramarna hade små ”fötter” så att de kom upp ca 10 cm från golvet. Sprutningen skedde på en mindre del av växthuset (3 krukväxtbord = 51 m<sup>2</sup>) med ramarna placerade enligt figur 2.

Sprutvätskan beredd i koncentrationen 0.1 %, vilket var försöksvärdens ordinarie blandning till denna kultur. Vätskemängden uppgavs till att vara 150 l till 5000 m<sup>2</sup>, dvs 300 l/ha. Efter sprutning konstaterades att verklig mängd var något högre, ca 390 l/ha.



Figur 1. Mätpunkter, dvs 1 x 1 m ramar med uppspänd plastfolie utplacerade under borden.



Figur 2. Bordens storlek och mätpunkternas placering vid första mätningen (figuren ej skalenlig). Pilarna i figuren markerar sprutförarens gångriktning. Borden skiljdes ej under sprutningen.

Sprutningen skedde med en normal högtrycksspruta (kärrspruta). Trycket var 50 bar och sprutningen skedde med ett sk rosmunstycke med Vanjet virvelkammarspridare (figur 3). Av figur 2 framgår också hur sprutningen skedde. Det är värt att notera att sprutföraren nådde 1,5 bordsbredder och inte öppnade gångar mellan de tre borden.

Efter sprutning togs ramarna försiktigt fram och ställdes över en uppsamlingsburk (figur 4 och 5). Ett hål gjordes i plastfolien över burken, varefter ytan försiktigt sprutades med rent vatten. Tvättvattnet rann ner i burken och kvarstående vatten skrapades ner med en skrapa. Proceduren upprepades två gånger. All tvättvätska överfördes till en provflaska som vägdes (taravikt hade noterats tidigare). Provflaskorna skickades därefter till analys.



Figur 3. Sprutmunstycke av typen Rosmunstycke. Fyra virvelkammarspridare av märket Vanjet.



Figur 4. Mätramen med plastfolie före avtvättning.

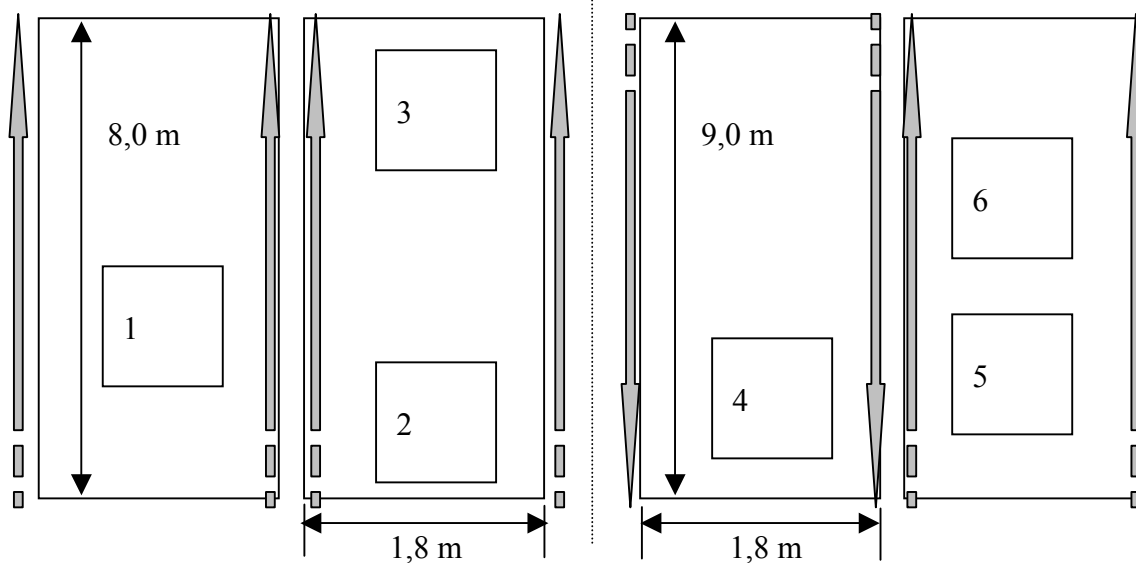


Figur 5. Plastfolien är sprutad med rent vatten. Tvättvattnet skrapas in mot mitten och rinner genom ett hål ner i en burk.

### Mätning 2: 2006-03-13

Sex ramar placerades ut under fyra bord (figur 6). Två grupper av bord sprutades. Av figuren framgår också hur sprutningen skedde. I detta fall sprutades varje bord från båda sidorna och odlaren gick därför fram och åter mellan borderna två gånger.

Sprutvätskan bereddes i koncentrationen 0.3 %, vilket var det normala till denna kultur. Vätskemängden uppgavs vara 200 l till 1000 m<sup>2</sup>, eller 2000 l/ha. Efter sprutning mättes den verkliga vätskemängden till 1960 l/ha, vilket är imponerande exakt.



Figur 6. Mätpunkternas och bordens placering vid mätning nr 2. Borderna utgjorde två grupper på olika ställen i växthusen, vilket markeras med den prickade linjen. Pilarna visar sprutförarens gångmönster. Figuren är ej skalenlig.

Sprutningen skedde med en normal högtrycksspruta (kärrspruta). Trycket var 50 bar och sprutningen skedde med en rak ramp med 4 munstycken, även här Vanjet virvelkammarmunstycke (figur 7). I figur 6 framgår hur sprutningen skedde. Vid denna mätning togs även ett prov på sprutvätskan, efter att den hade blandats runt i tanken och slangen hade fyllts (figur 8).

Avtvättning och provtagning skedde enligt samma princip som tidigare, men med betydligt mindre tvättvätskemängder och med en mer effektiv gummiskrapa.



Figur 7. Sprutrampen som användes vid andra mätningen.



Figur 8. Ett prov på den koncentrerade sprutvätskan togs före sprutning.

## Resultat

Koncentrationen av klormekvatklorid i första mätningen låg under detekteringsgränsen. Endast ett av fem prov nådde upp till koncentrationen 0.1 µg/l.

Andra mätningen gav ett resultat som var betydligt över detekteringsgränsen. Värdena redovisas i tabell 1.

Tabell 1. Resultatet från mätning nr 2.

Provplats nr (se figur 6)	1	2	3	4	5	6
Innehåll klormekvatklorid [mg/l]	190	78	116	99	104	54
Mängd uppfångat [mg]	16	8	13	10	10	11
Sprutvätskan innehöll enl provtagning :	1,34 g a.s. per liter					
Per m <sup>2</sup> fördelades:	0,196 liter, eller			0,270 g		
Motsvarar andel av sprutvätskan [%]	6	3	5	4	4	4

Mängden klormekvatklorid i sprutvätskeprovet uppmättes till 1340 mg/l.

Vid båda mätningarna kunde man observera att folierna hade träffats av sprutvätskan. Vid den andra mätningen fanns det fler stora droppar, som om bevattningsvatten eller avrunnen sprutvätska hade droppat ner på ytan.

## Diskussion

Första mätningens resultat var orimligt lågt. Alla utom ett tvättvattenprov hade dricks-vattenkvalitet, dvs mindre än 0.1 µg/l av den aktiva substansen. Nedanstående beräkning illustrerar vad man skulle kunna vänta sig, beroende på hur stor andel som missade plantor och bord och i stället nådde golvet.

Tabell 2. Räkneexempel för olika andel uppfångad sprutvätska

BASF Cycocel plus, aktiv substans (a.s.) av klormekvatklorid: 460 g/l					
Sprutvätska: 25 ml / 25 l vatten => 1 g/l => 0,46 g a.s. / l sprutvätska					
Utsprutat över bord: ca 400 l/ha dvs 0,04 l/m <sup>2</sup> , eller 0,46 g a.s./ l x 0,04 l/m <sup>2</sup> = = 0,018 g a.s./m <sup>2</sup>					
Uppfångad andel sprut- vätska på golv [%]	10	1	0.1	0,01	0,001
Förväntat innehåll [g a.s.]	0,0018	0,00018	0,000018	0,0000018	0,00000018
Förväntad koncentration i 400 ml tvättvätska [µg/l]	450	45	4,5	0,45	0,045

Som framgår av tabell 2, är det först när uppsamlingen är mindre än 0,01 % (1/10 000) av utsprutad mängd som resultaten skulle vara korrekta. Vid mätningen kunde vi klart konstatera att på folierna fanns gott om fina droppar över hela ytan. Utseendet på folierna skilde sig på det sätt att vid första mätningen fanns det någon enstaka stor droppe (från avrinning), medan i andra fallet det fanns flera.

Vilka tänkbara anledningar finns till den extremt låga halten i proverna från den första mätningen?

1. Inget bekämpningsmedel fanns i sprutan eller felaktig beräkning av mängden bekämpningsmedel. Detta utfördes av försöksvärden under vårt överinseende och denna anledning kan uteslutas.
2. Den långa slangen från spruta till spridare var fylld vid rent vatten vid sprutningens början, varför endast rent vatten sprutades ut. Detta är tänkbart, även om försöksvärden bedömer det som otroligt. Endast totalt 2 liter sprutvätska sprutades ut, vilket kan motsvara slangvolymen. Men efter att sprutningen slutförts, spred sig den karaktäristiska lukten av ”gammal fisk” (indikerande Cycocel) i växthuset. I så fall borde den uppsamlingsram som låg vid den sist sprutade delen ha uppvisat en ökande halt.
3. Utspädningen med en förhållandevis stor tvättvätskemängd medförde, i kombination med andra faktorer, att halterna blev mycket låga.
4. Folierna var belagda med något ämne som bröt ner den aktiva substansen i bekämpningsmedlet. Folien i det första fallet var en kraftig byggfolie (polyeten) som är speciellt åldersbeständig. Folien tvättades ej före mätning, eftersom den togs direkt från rullen. Inga vidare undersökningar har gjorts angående denna anledning. Folien i andra mätningen var en enklare, tunnare folie (polyeten) och tvättades med etanol före mätningen.
5. Bekämpningsmedlet har brutits ner under tiden mellan mätning och analys, eller bundits till föroreningar. Enligt laboratoriet är detta högst osannolikt, eftersom klormekvatklorid är en känd och stabil förening, som man inte tidigare haft några liknande bekymmer med.
6. Laboratoriet har mätt fel. AnalyCen är ett ackrediterat laboratorium och bör ha rutiner för att inte göra misstag i enkla analyser. De har gjort en upprepad mätning av de första tvättvätskorna och inte kommit till annorlunda resultat. Denna anledning bör därför uteslutas.
7. Den låga sprutvätskemängden, i kombination med stor mängd tvättvätska vid insamling av proven, och det faktum att borden stod tätt hela tiden, ger mycket små förluster till marken under krukväxtborden.

Det är emellertid fortfarande svårt att tro att uppfångad sprutvätska, även om det rör sig om små mängder och även om den späds ut, skulle kunna ha dricksvattenkvalitet.

Provet på den koncentrerade sprutvätskan i andra mätningen var 1340 mg/l, vilket stämde mycket väl överens med den förväntade koncentrationen (1380 mg/l).



Skillnaderna mellan de två sprutningarna är stora vad gäller dos. I första fallet spreds 0,018 g klormekvatklorid per m<sup>2</sup> sprutad yta. I andra fallet var dosen 0,270 g. Förhållandet är 1 : 15.



Figur 9. Till vänster två exempel från den första mätningen och till höger från den andra mätningen.

Sprutningen skedde med samma typ av spruta, varför man inte behöver befara några skillnader från det hållet. Däremot var ramperna olika utformade. I första mätningen användes ett sk rosmunstycke, där 4 spridare sitter orienterade i en krans. Detta ger en sprutdusch som mer har utseendet av en stor fylld kon (jrf virvelkammarspridare). Denna form kan förmodas öka kraften i duschen och skapa en luftström. Den andra sprutningen skedde med en handhållen ramp, där 4 spridare sitter på en linje. Denna ramp har fördelen att den är lättare att få en jämn spridning med, eftersom den täcker en större yta. Luftströmmen som dras med är inte lika kraftig med denna typ av ramp. Vi bedömer inte att de två sprutramperna hade någon avgörande betydelse för mätresultatet. Däremot är det intressant att

man använde olika gångmönster, på så sätt att med rosmunstycket ansåg sig odlaren att nå betydligt längre in över bordet (han nådde 1,5 bord brett) och gick en betydligt kortare sträcka. Man kan fråga sig om detta endast är möjligt med rosmunstycket? Figuren 10 och 11 visar pågående sprutning.



Figur 10. Sprutning med rosmunstycke i första mätningen.



Figur 11. Sprutning med ramp i andra mätningen.

Avstånden mellan rännorna, i kombination med hur tät (täckande) krukväxtkulturen är, bör starkt påverka hur mycket vätska som träffar golvet. De fyra bilderna i figur 9 visar att på båda ytorna förekom olika täthet bland plantorna. Det är inte möjligt att se skillnader mellan de två försöksplatserna. Däremot kan växtsättet hos de olika kulturerna påverka.

Avståndet mellan rännorna synes vara ungefärligen desamma på de bord som ingick i mätningarna. Risken för att bekämpningsmedel skall hamna på golvet minskar om borden bildar täta ytor, t ex om borden är ebb/flodbord, eller med heltäckande plastfolie. I stället hamnar bekämpningsmedlet i bevattningssystemet eller dräneras bort vid bordändan, vilket inte är en bättre lösning.

Det var färre gånger öppna när borden sprutades i det första fallet, med rosmunstycke täckande 1,5 bordsbredder. Rimligen hamnar mindre vätska på golvet i detta fall, samtidigt som ett stort avstånd och en mer koncentrerad sprutbild inte befrämjar spridningsjämnheten.

## **Slutsatser**

Det räcker inte med endast två mätningar för att få en fullständig bild av risken för att bekämpningsmedel hamnar på golvet under krukväxtborden. Däremot kan resultatet ge en indikering om det föreligger risker eller ej. De två utförda mätningarna gav mycket olika resultat. Med en vätskemängd på 2000 l/ha kunde mellan 3 och 6 procent av sprutvätskan, återfinnas på golvet under borden. Med 300 l/ha var förlusterna försumbara. Man skulle kunna dra slutsatsen att detta är ett resultat av minskad avrinning genom en mindre sprutvätskemängd. Som påpekats tidigare misstänker vi dock starkt att resultaten från det första försöket är behäftade med något fel i uppläggning eller analys, eftersom halterna blev orimligt låga.

Den övergripande slutsatsen är att det tydligen finns en risk för att bekämpningsmedel hamnar under krukväxtborden och därmed också medför en risk för att grundvattnet förorenas. Resultatet skulle kunna indikera att vätskemängd har en inverkan. Det kan dock finnas en mängd andra faktorer som inverkar.

Det är därför viktigt att undersökningarna kan fortsätta för att

- a) få en bättre underbyggd kunskap om hur det förhåller sig
- b) få kunskap om de faktorer som kan inverka på resultatet, t ex vätskemängder, sprutteknik, sprutmetoder, växternas egenskaper, bord, etc

Därigenom erhålles ett underlag som kan användas för att utveckla olika metoder för att komma tillrätta med problemen.

Det kan noteras att LT har beviljats projektmedel från Stiftelsen Lantbruksforskning för att tillsammans med LRF Konsult arbeta vidare med problemställningarna.