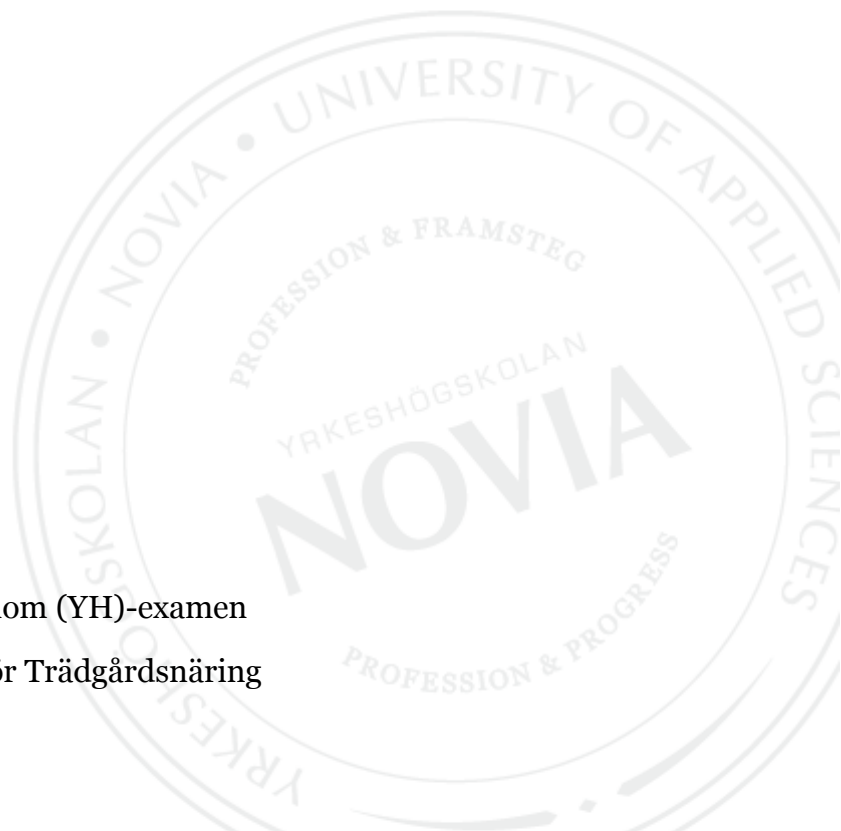


# **Munstyckets och arbetstryckets inverkan vid växtskyddsbesprutning av julstjärna i växthus**

Mikael Norrteir

Examensarbete för Hortonom (YH)-examen  
Utbildningsprogrammet för Trädgårdsnäring  
Esbo 2010





## EXAMENSARBETE

Författare: Mikael Norrteir

Utbildningsprogram och ort: Trädgårdsnäring, Esbo

Inriktningalternativ/Fördjupning:

Handledare: Nina Sevelius

Titel: Munstyckets och arbetstryckets inverkan vid växtskyddsbehandling av julstjärna i växthus

---

Datum 8.12.2010

Sidantal 33

Bilagor 1

---

### Sammanfattning

Ämnet för det här examensarbetet är den arbetsteknik och den tekniska utrustning som används vid manuellt utförda växtskyddsbehandlingar i växthus.

Provbesprutningar har utförts med julstjärna (*Euphorbia Pulcherrima*) som försöksväxt. För att kunna dokumentera resultaten användes fuktkänsligt papper som analyserades i bildbehandlingsprogram.

Provbesprutningar utfördes med en högtrycksspruta utrustad med ett standard virvelkammarmunstycke för att utreda vilket av arbetstrycken 10, 20 och 30 bar som ger den bästa täckningsgraden på bladens undersidor. Resultaten visade att skillnaden mellan de olika arbetstrycken inte var så stor, 20 bar var ändå det arbetstryck som var bäst när alla faktorer tagits i beaktande.

Provbesprutningar gjordes också där olika munstycken provades med mål att ta reda på genomsnittlig droppstorlek samt täckningsgraden på bladens undersidor. De undersökta munstycken var ett standard virvelkammarmunstycke, ett grönt luftinjekterat spaltmunstycke samt ett gult luftinjekterat spaltmunstycke. Den bästa täckningsgraden hade det gula luftinjekterade spaltmunstycket, följt av standard virvelkammarmunstycke. Det gröna luftinjekterade spaltmunstycket hade den lägsta täckningsgraden och även den minsta droppstorleken. Det gula luftinjekterade spaltmunstycket och standard virvelkammarmunstycke producerade i stort sett lika stora droppar.

---

Språk: Svenska      Nyckelord: Växtskyddsbesprutning, munstycken, appliceringsteknik, droppstorlek, kontaktverkande, täckningsgrad.

---

Förvaras: Examensarbetet finns tillgängligt antingen i webbiblioteket Theseus.fi eller i biblioteket.

**BACHELOR'S THESIS**

Author: Mikael Norrteir

Degree Programme: Horticultural Production, Esbo

Specialization:

Supervisors: Nina Sevelius

Title: The Impact of Nozzle and Pressure When Spraying Poinsettias in Greenhouse/  
Munstyckets och arbetstryckets inverkan vid växtskyddsbehandling av julstjärna i växthus

---

Date 8 December 2010

Number of pages 33

Appendices 1

---

**Summary**

The subject of this thesis is the working technique and the technical equipment that is used when spraying manually in greenhouses. Test sprayings have been conducted using poinsettia (*Euphorbia Pulcherrima*) as test plant. Water sensitive paper was used to document the results. This paper was later analyzed in image analysis software. Test sprayings were conducted using a high- pressure sprayer equipped with a standard hollow cone nozzle to investigate which of the spray pressures 10, 20 and 30 bars gives the best coverage on the underside of the leaves. The results showed that the difference between different spray pressures was not very significant, 20 bars was still the best spray pressure when taking all factors into consideration. Test sprayings were also conducted using different nozzles, where the purpose was to get to know the average droplet size and the coverage on the underside of the leaves. The nozzles being tested were a standard hollow cone nozzle, a green air induction nozzle and a yellow air induction nozzle. The best coverage was seen with the yellow air induction nozzle, followed by the standard hollow cone nozzle. The green air induction nozzle had the lowest coverage percentage and the smallest droplet size. The yellow air induction nozzle and the standard hollow cone nozzle produced droplets of similar size.

---

Language: Swedish

Key words: Spraying, nozzle, application technique, high-pressure sprayer, contact insecticide, coverage, droplet size

---

Filed at: Theseus.fi or Novia Library

## Innehållsförteckning

1 Inledning.....	5
2 Julstjärna och bomullsmjöldagg .....	6
3 Faktorer som inverkar på växtskyddsresultatet .....	7
3.1. Viktigt att känna till .....	7
3.2 Val av preparat .....	8
3.3 Växtens allmäntillstånd och omgivning .....	9
4 Växtskyddssprutor .....	9
4.1 Högtrycksspruta.....	10
4.2 Munstycken .....	11
4.2.1 Droppbildning.....	15
4.2.2 Droppstorlek .....	15
4.2.3 Duschkvalitet .....	16
4.2.4 Vätskemängd .....	17
4.2.5 Besprutningstryck.....	18
4.2.6 Droppens väg till bladytan.....	18
4.2.7 Droppens förmåga att fastna på blad .....	19
5 Eget försök .....	20
5.1 Material .....	20
5.2 Metod .....	22
5.2.1 Växthusförhållanden under provbesprutningar .....	23
5.2.2 Besprutningsteknik .....	24
5.2.3 Besprutningsförsök 1 .....	25
5.2.4 Besprutningsförsök 2 .....	25
5.2.5 Analys av fuktkänsligt papper .....	25
6 Resultat.....	28
7 Diskussion .....	30
KÄLLFÖRTECKNING .....	36

### Bilaga 1

## 1 Inledning

Vid växtskyddsbesprutningar är det avgörande att växtskyddsmedlet når målet för behandlingen, orsaken till att behandlingen görs. Växtskyddsmedlet bör nå dit med minimalt spill och avdrift, vilket sänker totalkostnaden och gör behandlingen lönsam. Arbetet med växtskyddsbesprutningen försvåras om skadegörarna finns på bladens undersidor. Speciellt svårt blir det om odlaren är tvungen att använda kontaktverkande medel som måste träffa skadegöraren för att ha någon verkan. På senare år har det varit aktuellt med kemisk bekämpning av bomullsmjöllusen på julstjärna.

Vid växtskyddsbehandlingar i finländska växthus används vanligen manuell manövrerade växtskyddssprutor. Utomlands är det vanligare med besprutningsbommar som automatiskt far över borden och besprutar växterna. Finländska växthusanläggningar är vanligtvis för små och har för varierad produktion för att ett sådant system skall vara ändamålsenligt. Det finns få undersökningar om besprutning med manuell manövrerade växtskyddssprutor, medan det finns flera undersökningar om bombesprutning.

För mitt examensarbete har jag undersökt vilken täckningsprocent och vilka droppstorlekar olika munstycken ger vid manuell växtskyddsbesprutning av julstjärnor. Jag undersökte också vilket besprutningstryck som skulle vara mest ändamålsenligt med tanke på täckningsprocent. Jag har använt mig enbart av ny teknisk utrustning och inte tagit hänsyn till slitage på t.ex. munstycken. Mina provbesprutningar gjordes på beställning av konsulent Towe Backman på Handelsträdgårdsförbundet. Beställarens önskemål var att jag skulle undersöka tre olika munstycken, nämligen standard virvelkammarmunstycke, grönt luftinjekterat spaltmunstycke samt gult luftinjekterat spaltmunstycke. Beställaren ville även ha undersökt vilket arbetstryck av 10, 20 och 30 bar som är det mest ändamålsenliga. Målet med denna undersökning var att se huruvida en justering av trycket eller byte

av munstyckstyp kan ha någon inverkan på hur väl odlaren lyckas fördela en besprutningsvätska i en julstjärnas bladverk.

## 2 Julstjärna och bomullsmjöldagg

Julstjärnan (*Euphorbia pulcherrima*) är den överlägset mest populära julblomman i Finland. Vid enkäter som gjorts inför julen 2010 visade det sig att två av tre hushåll tänkte köpa julblommor, och att 67 % av dessa tänkte köpa julstjärnor. I år produceras ca 2,2 miljoner julstjärnor i Finland. Till inköp av julblommor används under november och december ca 103 miljoner euro. (Kauppapuutarhaliitto, 2010).

Julstjärnesorterna delas in i en- och flergrenade. I mitt försök använde jag mig av engrenade julstjärnor. De engrenade julstjärnorna kan vidare delas in i storleksklasserna Mini, S, M, L och XL enligt krukstorlek och höjd. Aktuella storlekar i mitt försök är M som har en 10-11 cm kruka och en höjd på 20-25 cm samt L som har en 11-12 cm kruka samt en höjd på 25-30 cm. (Antonius-Klemola, Burmoi, Mäkilä, Pihlajamäki & Ristimäki, 2001).

Vanliga skadegörare på julstjärnor är växthusspinnkvalster (*Tetranychus urticae*), persikbladlus (*Myzus persicae*), växthusmjöllus (*Trialeurodes vaporariorum*), amerikanskt blomstertrips (*Frankliniella occidentalis*), sorgmyggelarver (*Sciaridae*) samt vattenflugor (*Ephydriidae*). Förutom de ovan nämnda kan även flera andra olika sorters trips och bladlöss förekomma. Växtsjukdomar som julstjärnan kan drabbas av är bland annat *Fusarium sp.*, *Pythium sp.*, *Phytophthora sp.*, gråmögel (*Botrytis cinerea*) samt mjöldagg (*Leveillula clavata*). Julstjärnan kan även drabbas av flera olika virus, bland annat av mosaikvirus. (Forsberg, Johansson & Norin, 2000).

Bomullsmjöllusen (*Bemisia tabaci*) har de senaste åren börjat förekomma i finländska julstjärneodlingar. Bomullsmjöllusen skadar växten genom att suga näring ur bladvävnaden samt sprida olika växtvirus. Bomullsmjöllusen är en växtskadegörare som enligt Lagen om växters sundhet (702/2003) skall utrotas, den är en så kallad karantänskadegörare. En av orsakerna till att den här skadegöraren är svår att bekämpa är att alla dess utvecklingsstadier lever på undersidan av bladen, oftast på de äldre lågbladen. En annan orsak är resistens mot bekämpningsmedel samt att biologisk bekämpning inte är så effektiv mot bomullsmjöllusen. (Evara 2010a).

### **3 Faktorer som inverkar på växtskyddsresultatet**

För att man skall uppnå önskad verkan med en växtskyddsbehandling krävs det att man tar i beaktande en hel del olika faktorer. Dessa kan vara biologiska såsom i vilket utvecklingsskede skadegöraren är, kemiska såsom vilken aktiv substans som finns i bekämpningsmedlet och tekniska såsom vilket tryck man bör använda för att få en bra täckning av kulturen. (Backman, 2009).

#### **3.1. Viktigt att känna till**

För att kunna välja rätt preparat bör man veta vad för sorts växtskyddsproblem växten har. Så kallad scouting går ut på att man undersöker vilka skadegörare och sjukdomar en växt har. En sådan här kontroll görs åtminstone en gång i veckan, alltid på samma veckodag och tidpunkt. Då kontrolleras limfällor och växter samt deras rötter undersöks så att där inte är några sjukdomar eller skadegörare. Extra noggranna kontroller görs av plantmaterialet vid ankomsten till odlingen (Smith & Pundt, 2010; Backman, 2009). Viktigt är även att noggranna kontroller görs av värdväxter för karantänskadegörare. Sjuka växter tas bort så att de inte smittar ner friska växter. (Backman, 2009).



### 3.2 Val av preparat

Om de veckovisa undersökningarna skötts har man förhoppningsvis den information som behövs för att välja rätt preparat. Eftersom växtskyddspreparaten inte alltid verkar på alla utvecklingsskeden som skadegörarna har är det viktigt att bestämma i vilket utvecklingsskede skadegörarna i den aktuella kulturen är. Om det finns olika skadegörare/sjukdomar bör man hitta preparat eller behandlingar som så gott som möjligt bekämpar alla problem. Sedan skall det beslutas om kemisk eller biologisk bekämpning är att föredra. Om kemisk behandling är enda alternativet så sker det antingen med kontaktverkande eller systemiska preparat. Det här valet ställer också krav på utrustningen i växthuset eftersom kontaktverkande medel inte kan vattnas eller dimmas ut, utan bör besprutas. (Backman, 2009).

Enligt verkningsätt kan växtskyddspreparat delas in i systemiska och kontaktverkande. Systemiskt verkande preparat tas upp av växten och de djur som äter av växten får på detta sätt i sig preparatet och dör. Kontaktverkande preparat verkar genom direkt hudkontakt med skadegörarna och därför är det mycket viktigt att skadegörarna träffas vid besprutningen. (Nilsson, 1989). Hösten 2010 är det åtta eller nio stycken preparat som är allmänt använda vid kemisk bekämpning av bomullsmjöllus i Finland. Av dessa är hela sex stycken kontaktverkande. (Evara 2010b).

### 3.3 Växtens allmäntillstånd och omgivning

När växter besprutas bör de vara i saftspänning, vilket man kan se av att dess blad är upprätta. (Backman, 2009; Evira 2010b). Plantorna bör vara i aktiv tillväxt för ultimat upptagning av ämnet. Luftfuktigheten i växthuset bör inte vara för låg eller hög utan skall helst ligga på ca 80 % . En för låg luftfuktighet gör att sprutvätskan torkar upp för snabbt. (Backman, 2009). Om luftfuktigheten är för hög kan det hända att sprutvätskan inte torkar upp tillräckligt snabbt eller att preparatet inte sugs upp av växten (Evira 2010b). Växten bör inte vara stressad vid besprutningen. Växtens bladtemperatur får heller inte vara för hög, vilket innebär att man skall undvika hög temperatur i värmerören nära växterna. Vattnet som används i sprutvätskan skall inte vara för kallt utan skall vara av ungefär samma temperatur som luften i växthuset. (Backman, 2009).

Det är viktigt att inte bespruta under soliga dagar och det kan också vara bra att släcka assimilationsbelysningen under behandlingen och när växten torkar upp. Ljus kan nämligen göra att preparatet bryts ner eller torkar upp för snabbt. Vätmedel skall användas endast om det rekommenderas eftersom det kan torka upp växtskyddsmedlet för snabbt, om det blandas med preparat som det inte är rekommenderat för så kan det öka risken för skador. Vid besprutningen är det viktigt att inte använda för stora vätskemängder och stora droppar eftersom koncentrationen då lokalt kan bli för stor. (Backman, 2009; Evira 2010b).

## 4 Växtskyddssprutor

Det vanligaste sättet att applicera växtskyddsmedel på plantor är med hjälp av högtrycksprutor som använder en stor mängd vatten vid appliceringen, dessa kan också kallas för högvolymsprutor. Andra apparater för behandling av hela växthuset är kall- och värmedimapparater. (Becker, 2003, 197; Lindqvist, 1996, 239). Det finns också system med horisontella eller vertikala besprutningsramper. Ryggssprutor och

olika besprutningspistoler används till små arealer eller lokal behandling. På högtryckssprutorna finns vanligtvis en motordriven pump som åstadkommer ett tryck som skjuter ut bekämpningsmedelsblandningen ur behållaren via en besprutningsramp eller en sprutpistol till en eller flera munstycken. (Lindqvist, 1996, 239).

#### 4.1 Högtrycksspruta

I det här arbetet koncentrerar jag mig på att beskriva högtryckssprutan, vilken också kan kallas för en kärrenspruta eftersom den oftast sitter monterad på en kärra. Högtryckssprutan kan ses som ett mellanting mellan traktorsprutan och ryggsprutan. På en handdragen spruta finns monterat motor, pump, tank m.m. På kärran finns också en slangupprullare med en slang på upp till 100 meters längd. Munstycket finns vanligtvis på en handhållen lans och sprutan drivs antingen elektriskt eller med bensin. (Folkesson, Hagenvall, Hammar, Nilsson, & Nilsson, 1998, 111).

I allmänhet är det så att ett högre tryck och lägre flödesmängder ger finare droppar, vilket i allmänhet också innebär en bättre täckningsgrad och en mer sparsam användning av sprutvätskan. Större droppar är bra när besprutningsvätskan skall tränga ner i jorden eller när vattenvolymen bidrar till produktens verkan så som t.ex. vid retarderingar. (Becker, 2003, 198).

Arbetsstrycket för en högtrycksspruta kan vara så högt som 150-180 bar vilket kan ge droppar med en diameter på mellan 0,03 och 0,1 mm. Tack vare de små dropparnas goda täckning kan vätskemängden hållas så låg som 10-50 ml/m<sup>2</sup> (100-500 l/ha). (Folkesson m.fl., 1998, 112). Högtrycksprutor kan ha flöden på mellan 2 och 9 liter per minut. Besprutning med högtrycksspruta dränker in plantorna till droppunkten, som ofta används för att beskriva den punkt när rätt mängd sprutvätska har applicerats. En fördel med metoden är att det går att bedöma täckningen visuellt. (Becker, 2003,197). Droppstorleken som man åstadkommer med högtryckspruta

varierar mellan 0,1 och 0,5 mm. (Becker, 2003, 198; Lindqvist, 1996, 239). Ett rekommenderat besprutningstryck vid besprutning av krukväxter är i allmänhet 10-15 bar, för vissa preparat över 20 bar. (Backman, 2009).

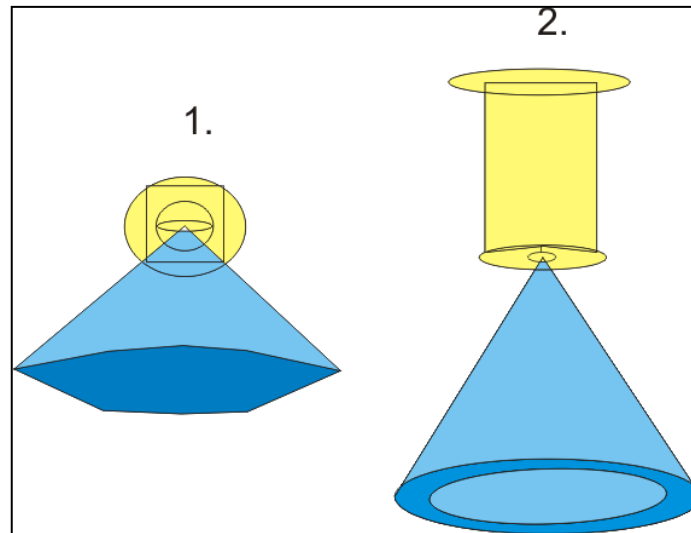
När en applicering görs med ryggspruta eller besprutningspistol gäller det bl.a. att beakta hurudant växtbeståndet är och med vilken hastighet den går fram som besprutar. En lämplig hastighet är ca 35 m/min. Innan en besprutning inleds kan det vara bra att öva med vanligt vatten. Man kan då mäta hur brett område det är möjligt att bespruta åt gången och hur mycket lösning det går åt på en bestämd areal om man går med rekommenderad hastighet. (Lindqvist, 1996, 239).

Risken med all besprutning är att sprutvätskan bara kommer på de bladytor som är uppåtriktade, medan betydligt mindre mängder hamnar på nedåtriktade ytor. (Derksen, m.fl., 2010; Nilsson, 1998). Detta kan man undvika genom att hålla sprutans munstycke nedanför de plantytor man vill bespruta och därifrån rikta munstycket uppåt. (Nilsson, 1998). För de flesta kulturer är det lämpligt att rikta sprutmunstycket i en vinkel på mellan 45-90 grader uppåt så att appliceringen även träffar bladens undersidor där skadegörarna oftast håller till. Besprutningen skall ske med svepande rörelser så att hela kulturen täcks in. (Nilsson, 1989).

## 4.2 Munstycken

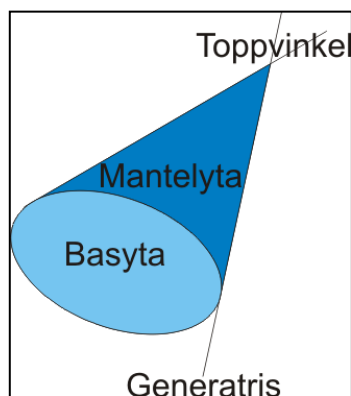
När det gäller munstycken för besprutningsutrustning som används i växthus är virvelkammarmunstycke och spaltmunstycke de två huvudvarianter det finns att välja mellan. Virvelkammarmunstycken (konmunstycken) har ett runt utgångshål som sprutvätskan kommer ut genom. Detta ger en konformad dusch med både stora och små droppar som sprids över en rund yta (*figur 1*). Spaltspridaren är vanligare i lantbrukssammanhang och är lämpligare att använda på sprutramper. Spaltspridaren

har ett avlångt hål från vilket strålen kommer ut som en skiva (figur 1), oftast med mindre variation i droppstorlek. (Löfkvist & Svensson, 2006).



Figur 1. Besprutningsstråle från spaltmunstycke (1.) samt från virvelkammarmunstycke (2).

En kon är en kropp (figur 2), i det här fallet bestående av sprutvätskan, som begränsas av en konisk yta (mantelytan) och en plan yta (basytan). Den kon som kommer ut ur ett konmunstycke är en rak cirkulär kon, vars basyta är en cirkel och vars spets ligger på denna cirkels axel. Längs mantelytan ut mot spetsen kan man tänka sig att det går två räta linjer på var sin sida av konen. Vinkeln mellan dessa så kallade generatriser bildar konens toppvinkel. (Kevius, 2010).



Figur 2. En rak cirkulär kon

Konmystycken eller virvelkammarmunstycken är som sagt vanliga och eftersom dropparna kommer från flera håll har de här munstyckena använts mycket för att bespruta svår genomträngliga bladverk. I ett konmunstycke tvingas vätskan genom en virvelplatta som har en eller flera öppningar eller hål och sedan vidare till en virvelkammare. En luftkärna formas när vätskan passerar med en hög rotationshastighet från virvelkammaren genom den runda utgångsöppningen. På grund av tangentiala och axiala hastighetskomponenter bildar det tunna lagret av vätska som kommer ut ur öppningen en ihålig kon. En solid kon kan uppnås genom att fördela vätskan centralt genom munstycket för att fylla luftkärnan, det här ger en mindre besprutningsvinkel och större droppar. (Matthews, 1979, 85).

En stor variation av flöden (l/min), sprutvinklar och droppstorlekar kan åstadkommas genom otaliga kombinationer av storlek på utsläppshålet, antalet hål i virvelplattan, djupet på virvelkammaren och vätskans tryck. Möjliga storlekar på utgångshålet är t.ex. 0,8 mm och 1,2 mm. Att minska håldiameteren med den samma virvelplattan och trycket förminskar sprutvinkeln på strålen och genomflödet. Ju mindre till storleken öppningarna är på virvelplattan, desto större är rotationen som ges utsprutningen av vätska. Dessutom åstadkoms en vidare kon och ett finare sprut med mindre öppningar på virvelplattan. (Matthews, 1979, 85-87).

En ökning av arbetstrycket för en given kombination av munstycke och virvelplatta ökar sprutvinkeln och genomflödet av vätska. På vissa virvelkammarmunstycken är virvelöppningarna utskurna bakpå den platta där utgångshålet sitter men vanligtvis är denna utgångsplatta och virvelplattan separata delar. Djupet av virvelkammaren mellan virvelplattan och plattan där utgångshålet sitter kan ökas med en tätningsbricka för att förminska konens vinkel och öka storleken på dropparna. Varierbara konmunstycken är tillgängliga i vilka djupet av virvelkammaren kan justeras under besprutningen. Den här typens munstycke är endast lämpliga när en rak stråle eller vid kona behövs på tämligen korta avstånd. (Matthews, 1979, 87).

Vid manuell besprutning i växthus är virvelkammarmunstycken den allra vanligaste lösningen. Dessa har oftast gula munstycken (medium droppstorlek) som standard men kan också vara utrustade så att det finns flera munstycken vilket förbättrar fördelningen av sprutvätskan. För känsliga växter finns gröna munstycken som ger en fin dimma. (Backman, 2009).

En speciell typ av spaltmunstycken är de luftinjekterade. Inne i dessa munstycken skapas det ett undertryck genom att luft dras in genom två små hål i sidan av munstycket. Inne i munstycket blandas sedan luften med sprutvätskan. Den färdigblandade sprutvätskan består av stora droppar fyllda med luftbubblor och har inga små, avdriftsbenägna droppar. När dropparna rör vid bladverket exploderar de och producerar en liknande täckning som de konventionella besprutningssätten gör med fina droppar. Den största fördelen med de här munstycken är att det tack vare de stora dropparna är möjligt att bespruta med väldigt liten vindavdrift. (Landers, 2010). Avdriften är naturligtvis ett mycket större problem vid besprutning utomhus än i växthus.

#### 4.2.1 Droppbildning

Droppar bildas genom att vätska under tryck tvingas ut genom en begränsad munstycksöppning. Den vätskefilm man kan se utanför munstycksöppningen brister på grund av sin egen instabilitet, ibland via smala trådar, till droppar. En liten munstycksöppning medför en stor andel små droppar medan en stor munstycksöppning medför en stor andel stora droppar. (Folkesson m.fl., 1998, 160).

#### 4.2.2 Droppstorlek

Storleken på dropparna som kommer ut ur munstycket är mycket viktig för täckningen av den kultur som besprutas. Ju finare droppar desto bättre täckning, detta beror på att en volym vätska får en större yta när den delas upp i mindre droppar. (Löfkvist & Svenson, 2006; Nilsson, 1989). Fina droppar ger dock en sämre inträngning i bladverket. Eftersom man inte har några större problem med vindavdrift i växthus väljer man oftast ett finare munstycke som ger bättre täckning på plantorna. (Löfkvist & Svenson, 2006). Små droppar är bra vid besprutning av kontaktverkande medel och mot plantsjukdomar, mediumstora droppar är bra med systemiska medel och stora droppar vid besprutning av ogräsmedel. (Backman, 2009).

Faktorer som inverkar på droppstorleken är munstyckets konstruktion, munstyckshålets storlek, toppvinkel och vätskans fysikaliska egenskaper. Vid samma tryck och vätskemängd är skillnaden i droppstorlek för olika munstyckskonstruktioner ganska liten. Dock är munstycken gjorda för olika arbetstryck, vilket gör att skillnaden i praktiken är ganska stor mellan olika munstyckstyper. Droppstorleken minskar när trycket höjs, vilket det också gör vid byte till ett munstycke med mindre munstyckshål eller större toppvinkel. (Folkesson m.fl., 1998, 86).



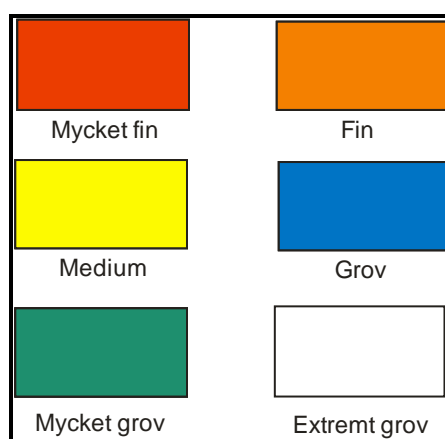
De droppar som faller ner närmast sprutan är störst, vilket beror på att de är tyngst. Resultatet av det här är att appliceringen av växtskyddsmedel alltid är större närmast sprutan i förhållande till andra ställen. Små droppar är lättare och stannar därför längre i luften och rör sig längre bort från munstycket än större droppar. Vid ett försök som gjordes kunde man konstatera att en minskning av droppdiametern från 0,108 till 0,03 mm minskade LD<sub>50</sub>-värdet 12 gånger. LD<sub>50</sub>-värdet anger den mängd av preparat som orsakar att 50 % av skadegörarna dör. (Nilsson, 1989).

Ett mått som ofta anges är en besprutnings droppstorleksspektrum. Om detta spektrum är smalt så betyder det att dropparna i duschen är mera jämnstora än om detta spektrum är brett. En annan mycket vanlig benämning är den så kallade volymmediandiametern (VMD). Sprutduschen ger en blandning av olika stora droppar, dropparna sorteras efter storlek i två volymmässigt lika stora andelar, den ena bestående av droppar större än, och den andra mindre än, VMD. (Folkesson m.fl., 1998,86).

#### 4.2.3 Duschkvalitet

Duschkvaliteten beror på spridarstorlek och tryck. Duschkvaliteten kan beskrivas enligt droppdiametern i sex klasser: Mycket fin, fin, medium, grov, mycket grov och extremt grov. Detta system är utvecklat i England och används i flera andra europeiska länder. Grundtanken med systemet är att lämplig duschkvalitet skall anges på etiketten till bekämpningsmedelsförpackningen och att användaren utifrån denna rekommendation skall välja spridare och tryck. (Folkesson m.fl., 1998, 157-158).

De färgmarkeringar som visas i *Figur 3* är de som används för karaktäriseringen av duschkvalitet gällande munstycken inom lantbruk och annan odling. Majoriteten av de munstycken som används i lantbruk producerar antingen fina, medium, grova eller mycket grova droppar. Munstycken som producerar medium- och grova droppar kan användas för kontaktverkande och systemiska preparat. Viktigt att komma ihåg är att ett munstycke kan producera droppar i olika klasser beroende på vilket arbetstryck som används. Ett munstycke kan producera medium droppar vid lågt tryck, medan den börjar producera finare droppar när trycket höjs. (TeeJet, 2010).



*Figur 3. Droppstorleksklasser enligt BCPC specifikationer och enligt ASAE Standard S-572.*

#### 4.2.4 Vätskemängd

För att kunna sprida ut de små mängderna bekämpningsmedel över stora ytor krävs en bärvätska, vilket oftast är vatten. Vätskemängden är den totala mängden färdigblandad bekämpningsvätska som sprids per ytenhet. Retention är ett mått på hur stor andel av sprutvätskan som avsätts (kvarhålls) på växten. Detta mått anges i procent av utsprutad vätskemängd. Täckningsgrad är ett mått på hur stor andel av

den totala målytan, vanligtvis växytan, som täckts av sprutvätska. Täckningsgraden anges i procent. (Folkesson m.fl., 1998, 159).

Retentionen och täckningsgraden ökar med ökande vätskemängd till en viss nivå, varefter retentionen minskar på grund av ökad avrinning. Detta innebär att man vid besprutning av daggvåta blad bör använda en mindre vätskemängd än vid besprutning av torra blad. Det är också så att ju större en bladmassa är, desto bättre utnyttjas en stor vätskemängd. (Folkesson m.fl., 1998, 159).

#### 4.2.5 Besprutningstryck

Näst efter munstyckshålets storlek kommer trycket i betydelse för droppstorleken, ett högre tryck medför en större andel små droppar. Trycket är den energi som tillförs vätskan med sprutans pump. En del av den här energin förloras i form av tryckfall i spridaren, medan någon procent går åt till droppbildningen. Mer än hälften av den tillförda energin kan överföras till luften i själva duschen. En del av det motstånd som luften bjuder dropparna övervinns på ett så våldsamt sätt att en relativt kraftig nedåtriktad luftström bildas i duschen. Kvar i de droppar som når växten kan vara upp till ca  $\frac{1}{4}$  av den energi vätskan hade när den kom in i munstycket. (Folkesson m.fl., 1998, 161).

#### 4.2.6 Droppens väg till bladytan

Dropparna har den rörelseenergi som de har tack vare trycket i sprutvätskan, denna energi avtar med avståndet från munstycksöppningen (Folkesson m.fl., 1998, 164). Droppstorleken har en stor inverkan på hur dropparna transporteras till målområdet (Derksen, 2003). De små dropparna bromsas snabbast upp av luftmotståndet och

svävar därefter sakta nedåt, eller följer andra luftströmmar orsakade av vind, gånghastighet etc. Den hastighet dropparna har är avgörande för deras penetration in i bladverket och för hur de avsätts på bladen. Även ett högt tryck kan bidra till att öka penetrationen, förutsatt att inte dropparna är för små. (Folkesson m.fl., 1998,164).

En av högt tryck orsakad hög dropphastighet ökar risken för att droppar studsar eller rullar av bladen. Dock kan också flera positiva effekter uppstå när stora droppar med hög hastighet träffar bladen. Droppar med en diameter över 0,4 mm splittras i regel vid sin första bladkontakt, de mindre droppar som då bildas har en liten rörelseenergi men kan ofta avsättas på blad längre ner på växten. Oavsett om de stora dropparna splittras eller inte överförs en del tryckenergi till växtens övre delar som ofta sätts i rörelse, vilket är positivt för avsättningen av små droppar. (Folkesson m.fl., 1998, 164).

Små droppar, mindre än 0,1 mm i diameter, blir lätt offer för vind och andra luftrörelser kring duschen. Från vattenbaserade sprutvätskor ökar avdunstningen tiofalt om droppstorleken a) minskar från 0,45 mm till 0,2 mm, b) minskar från 0,2 mm till 0,1 mm eller c) minskar från 0,1mm till 0,05 mm. (Folkesson m.fl. , 1998, 165). Även yttre faktorer som gravitation och elektriska krafter mellan droppar och plantor kan påverka rörelsen av droppar till målområdet (Derksen, 2003).

#### 4.2.7 Droppens förmåga att fastna på blad

Om en droppe avsätts eller fastnar på en växt eller inte, beror dels på växten och dels på droppen. När det gäller växten så spelar faktorer som bladets läge, bladets form, vaxskiktets beskaffenhet samt eventuell behåring in. Beträffande droppen så är det storlek, hastighet, ytspänning och träffvinkel som påverkar. Stora droppar avsätts var som helst på bladen. Små droppar påverkas mer av luftströmmar och avsätts därför mest nära bladkanten och till en del också på baksidan av bladen. (Folkesson m.fl.,

1998, 165). Stora droppar är mera troliga att påverka den första yta de möter medan små droppar tenderar att följa luftströmmar runt den första målytan.

Små droppar (<0,1 mm) avsätts relativt lätt på alla blad de träffar. Problemet är den stora avdriftsrisk. Droppar med diametern 0,1-0,2 mm avsätts också ganska lätt på alla blad de träffar, åtminstone om inte träffvinkeln är ogynnsam. Den bästa infallsvinkeln är 90 grader. Droppar med diametern 0,2-0,4 mm studsar ofta av blad med tjockt vaxskikt. Därför används ofta tillsatsmedel som kraftigt sänker ytspänningen på dessa droppar. En del av de droppar som studsar på första bladet kan med 'lite tur' avsättas om de träffar ett annat. På blad med tjockt vaxskikt kan droppar med diameter över 0,4 mm inte avsättas utan att först splittras. alla droppar med diameter under 0,4 mm kan i princip avsättas på blad utan tjockt vaxskikt. (Folkesson m.fl., 1998, 165)

## **5 Eget försök**

Besprutningsförsöken skedde vecka 43 och 44 på julstjärnor i Axxells växthus på Överby i Esbo. I besprutningsförsök 1 testades med ett standard virvelkammarmunstycke vilket av trycken 10, 20 och 30 bar som ger den bästa täckningsgraden. I besprutningsförsök 2 testades ett standard virvelkammarmunstycke mot luftinjekterade spaltmunstycke i två olika storlekar.

### **5.1 Material**

Till besprutningen användes en högtrycksspruta av fabrikat Empas och modell WS151 (*figur 4*). Besprutningslansen var av trefingertyp och även den av Empas tillverkning. Det virvelkammarmunstycke som provades var av märket Empas och är det standardmunstycke som följer med vid leverans av en Empas högtrycksspruta.

De två luftassisterade munstycken som provades var av fabrikatet TeeJet. Det var det gröna AIXR110015 och det gula AIXR11002 (*figur 5*). Alla teknisk utrustning som användes vid försöket var ny och oanvänd. All teknisk utrustning hade lånats av Schetelig Ab i Vanda genom Magnus Lindman som är försäljare på teknikavdelningen.

De julstjärnor (*Euphorbia pulcherrima*) som användes var alla engrenade och av sorterna Allegra, Cristallo och Cortez. Dessa sorter är till sin uppbyggnad väldigt likartade och behandlades därför som en homogen grupp. Cristallo och Allegra har både höjd och bredd på 25-50 cm, deras växtsätt betecknas som upprättväxande (Flower Finder, 2010). Alla julstjärnor hade kommit till växthuset som rotade sticklingar vecka 30 och de stod med en planttäthet av 25 plantor/m<sup>2</sup>.



*Figur 4. Empas WS151 högtrycksspruta med besprutningslans av trefingertyp*



*Figur 5. Gröna och gula luftinjekterade spaltmunstycken av Teejets fabrikat*

## 5.2 Metod

I försöken användes tre stycken rännbord i växthus åtta i Axxells växthus på Överby i Esbo. Borden numrerades från 1 till 3 och börjades med det bord som stod längst till vänster. I varje bord finns elva stycken rännor (Bilaga 1) varav de nio stycken rännorna i mitten av bordet var de som togs med i försöket. Den yttersta rännan på varje långsida var inte med i mina försök. Borden delades in i tre avdelningar med tre stycken rännor och 109 stycken julstjärnor per avdelning. Avdelningarna namngavs med bokstäverna A, B och C börjades från den ränna i avdelningen som låg längst till vänster.

Varje julstjärna i en avdelning fick sitt eget nummer från 1 till 109. Numrerandet genomfördes genom att i varje avdelning börja räkna från den julstjärna som var närmast gången i den ränna som låg längst till höger. Sedan fortsatte jag räkna neråt, kom upp igen via rännan till vänster om den första och ner via den ränna som låg längst till vänster.

Jag gjorde tre upprepningar per försök, sammanlagt gjordes därmed sex stycken besprutningar. Vid varje upprepning lottade jag vilket bord som skulle användas för att prova en av de tre variablerna. Lottningen utfördes genom att tre stycken lappar

skrevs, veks ihop och lades i en hatt, sedan drogs för varje bord en lapp. På detta sätt fick jag till exempel fram att jag vid den första upprepningen skulle bespruta med 20 bars tryck på bord nummer ett. Inför varje upprepning använde jag mig av slumpfunktionsfunktionen i Microsoft Excel för att få nio stycken plantor från varje bord att använda som provväxter.

För att kunna se resultatet av mina besprutningar använde jag mig av fuktkänsligt papper av Syngentas fabrikat och inköpt av Kasvinsuojeluseura i Helsingfors. Fuktkänsligt papper är papper med en gul yta som fläckas gul när vattendroppar slår ner på den. Vid hanteringen av pappren använde jag mig av gummihandskar för att undvika att få fingeravtryck och fläckar på pappret. (Q-instruments, 2010). Pappret var av storleken 75 x 25 mm och fastsattes på undersidan av bladen med hjälp av en stiftapparat.

För att välja vilket blad som lappen skulle fästas på mätte jag vilket blad som var närmast från att vara exakt 8 cm från krukans övre kant. Om inget blad var 8 cm från krukkanten använde jag närmaste blad högre upp på växten. Bladets storlek tog jag inte i beaktande, men i allmänhet var blad på den här höjden till storleken större än det fuktkänsliga pappret. Plantan lades tillbaka på bordet utan att beakta åt vilket håll bladet med det fuktkänsliga pappret vände. De fuktkänsliga pappren markerades på baksidan med en tresiffrig kod, till exempel 1.1.A. Exempelkoden berättar att lappen är från upprepning nummer 1, bord nummer 1 och område A.

### 5.2.1 Växthusförhållanden under provbesprutningar

Vid mina besprutningar försökte jag eliminera faktorer i omgivningen som kunde påverka mina provbesprutningar. Alla dörrar i växthuset hölls stängda för att undvika vinddrag och i mån av möjlighet såg jag till att julstjärnorna var välvattnade och hade saftspänning. De fläktar som finns i växthuset gick under alla mina upprepningar på halvfart, vilket de vanligtvis gör under mulna, fuktiga dagar vid den här tiden på året.



I samband med mina besprutningar antecknade jag temperatur och relativ luftfuktighet (*Tabell1*).

*Tabell 1. Klimatförhållanden i växthuset under provbesprutningarna.*

Försök	Upprepning	Datum	Temperatur (°C)	Relativ luftfuktighet (%)
1	1	25.10.2010	17,7	86
	2	27.10.2010	18,1	81
	3	28.10.2010	18,2	79
2	1	28.10.2010	18,0	79
	2	29.10.2010	18,3	82
	3	1.11.2010	18,2	81

### 5.2.2 Besprutningsteknik

Den besprutningsteknik jag använde vid mina försök är den teknik som används av Överträdgårdsmästare Fredrik Rehgårdh på Axxells växthus i Överby. Jag gick baklänges börjandes från bordets nedre vänstra kant och började sedan gå från bordets övre högra kant och gick baklänges mot väggen. Jag höll sprutpistolen på en höjd av ca 40 cm och sprutade med långsamma svepande drag sprutvätskan snett in i bladverket. Vid besprutningen gick jag framåt med en hastighet av ca 35 meter per minut. Vid användandet av denna besprutningsteknik besprutas bordet sålunda från båda sidor av bordet. Derksen m.fl. (2010) påpekar också att en besprutning gjord från endast en sida kan resultera i stora skillnader i avsättning av sprutvätska mellan den sida som är mot sprutstrålen och den motsatta sidan.

### 5.2.3 Besprutningsförsök 1

Vid besprutningen med de olika trycken var jag väldigt noggrann med att manometern på högtryckssprutan angav det tryck jag för tillfället skulle prova. Eftersom utrustningen var helt ny och oanvänd litade jag på att den visade ett korrekt värde och höll samma tryck under hela besprutningen. Borden besprutades alltid i samma ordning, det vill säga, börjades från bord ett längst till vänster.

### 5.2.4 Besprutningsförsök 2

Vid provbesprutningarna med olika munstycken använde jag ett tryck på 10 bar. Vid valet av tryck gjorde jag helhetsbedömningen att 10 bar skulle vara det mest lämpade trycket utgående från tidigare provbesprutningar med samma typs munstycken och de rekommendationer som tillverkarna har. Borden besprutades i nummerordning och genast efter besprutningen samlade jag in de fuktkänsliga pappren och lade dem i papplådor.

### 5.2.5 Analys av fuktkänsligt papper

För att kunna analysera de fuktkänsliga pappren tog jag bilder av dem med min digitalkamera. För att göra processen mera rationell lade jag tre papper från samma område och upprepning bredvid varandra och fotograferade. På detta sätt blev sedan tre papper behandlade som ett stycken 75 x 75 mm stort papper. Pappren fotograferades på en vit bakgrund och från ca 15 cm höjd (*figur 6*).

Nästa steg blev att åka till MTT (Forskningscentralen för jordbruk och livsmedelsekonomi) i Vihtis för att där utföra analyser av mina bilder. På MTT fick jag hjälp av forskaren Jere Kaivosoja att använda bildbehandlingsprogram för att analysera bilderna. För att analysera mina papper med tanke på täckningsprocenten användes ett program som heter "gimp"



*Figur 6. Fuktkänsligt papper före bildbehandling i gimp*



*Figur 7. Samma fuktkänsliga papper som i figur 6 efter bildbehandling i gimp*

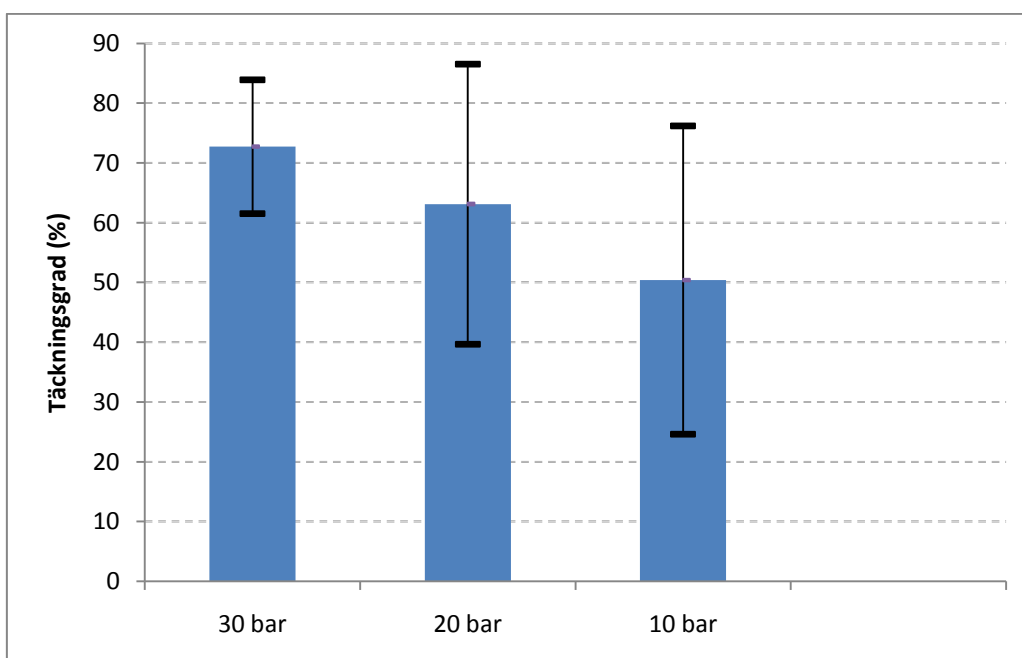
I bildbehandlingsprogrammet "gimp" bröts bilden ner till RGB- komponenter (röd, grön och blå) och ändrades till bionär enligt den blåa färgen. Detta gjorde att de blåa fläckarna på den behandlade bilden framträdde som vita medan den gula ytan framträdde som svart (*figur 7*). Försök gjordes också att förutom på de blåa komponenterna även minska på de gula komponenterna, men detta visade sig inte nämnvärt påverka resultatet av analysen.

När bildbehandlingsprogrammet hade behandlat bilden kunde jag ännu justera skärpan, eller färgerna på den behandlade bilden. Enligt Jere Kaivosoja var det nödvändigt att göra detta för att få med alla små fläckar. Detta var den svåraste delen av analysen och den del där den mänskliga faktorn kunde spela stor roll. Den metod jag använde var helt enkelt att justera den svartvita bilden så att de vita fläckarna på den så långt som möjligt såg likadana ut som de blåa fläckar som fanns på den obehandlade bilden. När jag hade behandlat bilden färdigt hade jag tillgång till sådan information om den som antalet pixlar och täckningsprocenten, det vill säga hur stor del av bilden som är blå.

För besprutningsförsök 1 med olika tryck analyserades endast täckningsprocenten. För besprutningsförsök 2 med olika munstycken analyserades täckningsprocenten samt droppstorleken. För att kunna analysera droppstorleken använde jag mig av bildbehandlingsprogrammet MicroImages samt den svartvita bild (*figur 7*) som jag fått fram vid analysen i bildbehandlingsprogrammet gimp. I det här programmet ändrades den bionära bilden till en vektorbild och jag kunde få information som antalet droppar och storleken på dropparna.

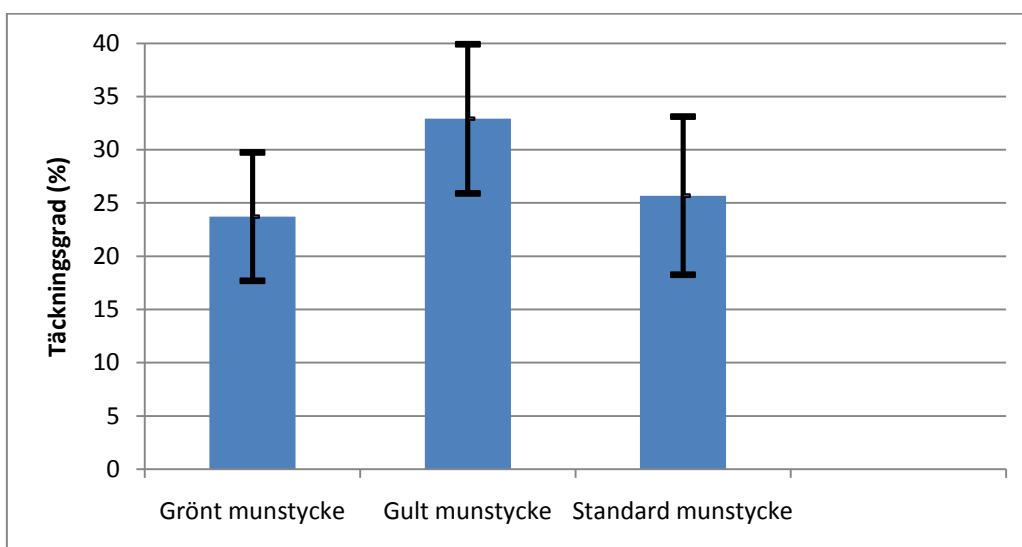
## 6 Resultat

Vid besprutningen med olika arbetstryck (*Figur 8*) blev den genomsnittliga täckningsprocenten vid besprutning med 30 bars arbetstryck 73 %, med 20 bars arbetstryck 63 % och med 10 bars arbetstryck 50 %. Eftersom standardavvikelsen är så stor vid besprutningen med 20 bars arbetstryck är det inte möjligt att säga att det skulle vara någon tydlig skillnad mellan 20 och 30 bars arbetstryck. Besprutningen med 10 bars arbetstryck har något lägre täckningsgrad än besprutningarna med högre arbetstryck.



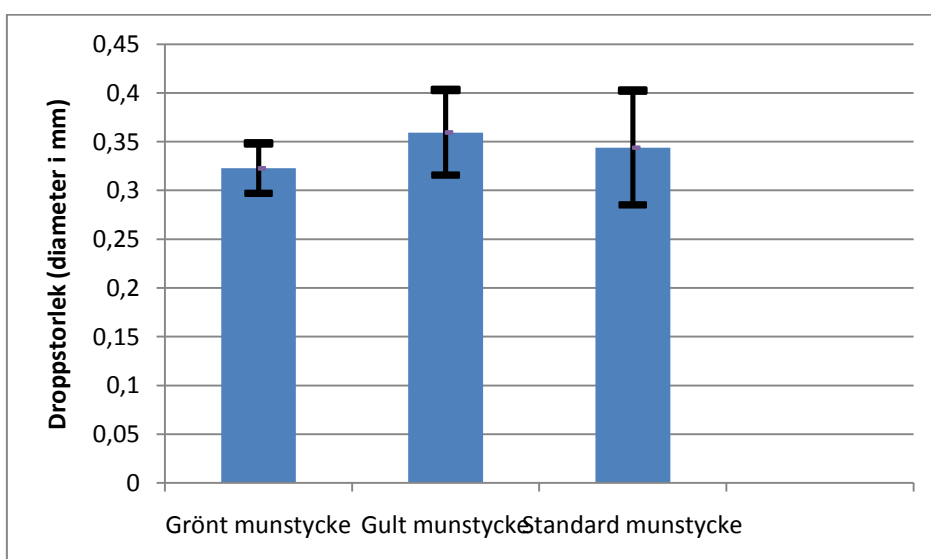
*Figur 8. Täckningsprocent ( $\pm$ SD) vid besprutning med olika tryck*

Vid besprutning med olika munstycken (*Figur 9*) hade det gröna munstycket en genomsnittlig täckningsgrad på 24 %, det gula munstycket 33 % och standard munstycket 26 %. Det gula munstycket gav den bästa täckningsgraden, följt av standard munstycket och sämst täckningsgrad gav det gröna munstycket.



Figur 9. Täckningsprocent ( $\pm SD$ ) vid besprutning med olika munstycken

För besprutningarna med olika munstycken analyserades också hur stora droppar som producerats (Figur 10). De droppar det gröna munstycket producerade hade en genomsnittstorlek på 0,32 mm i diameter. Motsvarande siffra för det gula munstycket var 0,36 mm och för standard munstycket 0,34. Med andra ord producerade det gröna munstycket de minsta dropparna, följt av standard munstycket, medan det gula munstycket producerade de största dropparna.



Figur 10. Medeldroppens storlek, diameter i mm, ( $\pm SD$ ) vid besprutning med olika munstycken

## 7 Diskussion

Resultatet av besprutningar med handkontrollerade sprutpistoler påverkas mycket av skickligheten och yrkeskunskapen hos den som utför besprutningen. Vid provbesprutningar med manuella sprutpistoler förekommer oftast en hög variation av resultat. (Derksen, m.fl., 2010). Det är därför uppenbart att den mänskliga faktorn kan spela in och påverka testresultaten. Vid genomförandet av besprutningarna ansträngde jag mig till det yttersta för att göra likadant varje gång. Innan provbesprutningarna började hade jag tränat så att min besprutningsteknik motsvarade den hos en yrkeskunnig odlare.

Vid provbesprutning 1 med olika tryck var skillnaden mellan de olika trycken inte så stor, täckningsgraden verkade dock bli lite bättre med de högre trycken 20 och 30 bar. Det här resultatet överensstämmer med det faktum att ett högre tryck ger finare droppar vilket innebär en bättre täckningsgrad (Becker, 2003, 198). Orsaken till att finare droppar ger en bättre täckningsgrad är att en volym vätska får en större yta när den delas upp i mindre droppar. Om dropparna blir allt för små kan det dock bidra till en sämre inträngning i bladverket. (Löfkvist & Svensson, 2006). Mindre droppar kan lättare föras bort av till exempel luftströmmar på sin väg till målområdet (Derksen, 2003).

Derksen, m.fl., (2010) kom i sina provbesprutningar av julstjärnor fram till att ett högre tryck inte förbättrade sprutvätskans penetration av bladverket eller resulterade i högre täckningsgrad på undersidan av bladen. Frågan är också om det något högre täckningsgraden som uppmättes i mitt försök vid 20 och 30 bars arbetstryck är tillräckligt för att tillgodogöra den högre åtgång av besprutningsvätska som ett högre arbetstryck kräver. Enligt litteraturen är det nämligen så att en ökning av arbetstrycket för en given kombination av munstycke och virvelplatta ökar genomflödet av vätska (Matthews, 1979, 87). En bidragande orsak till att täckningsgraden var bättre när jag besprutade med 30 bar än när jag besprutade med 10 bar kan vara att mängden besprutningsvätska var högre, plantorna fick mera vätska på sig.

I det här sammanhanget bör också beaktas den olägenheten att plantorna vid besprutning med 30 bars tryck till en viss del föll omkull. För att förhindra detta skulle jag varit tvungen att ändra sprutvinkeln och bespruta plantorna mer uppifrån än från sidan. Jag valde dock att genomföra alla besprutningar på precis samma sätt, även om det innebar att ett tiotal julstjärnor föll omkull vid besprutningen med 30 bars besprutningstryck.

Julstjärnor kan få fysiologiska skador på bladen om de besprutas med ett för högt tryck. Typiska symptom är brända bladkanter, ihoprullade bladkanter samt ljusa fläckar på bladen. Sådana här skador på vävnaden kan göra julstjärnorna mer utsatta för skadegörare och sjukdomar. (Paul Ecke Ranch, 2010). Jag tror dock inte att 30 bars arbetstryck är så högt att själva besprutningstrålen kan orsaka bladskador. Dock kan man med lätthet föreställa sig att en växt med så mjuka blad och stjälkar får bladskador och avbrutna stjälkar om den fälls omkull av en besprutningsstråle.

Den första upprepningen som gjordes med olika tryck hade en avsevärt högre täckningsprocent än de två följande upprepningarna. Vid den första upprepningen var den genomsnittliga täckningsprocenten för alla tre olika besprutningstryck cirka 80 %, medan den i de följande två upprepningarna låg på ca 50 %.

Orsakerna till det här kan vara flera, till exempel kan det spela in att luftfuktigheten den här dagen var högre än vid någon annan upprepning (*Tabell 1*). Det här skulle kunna styrkas av att provlapparna från den här upprepningen var ganska mattblåa och inte hade så tydligt urskiljbara droppar. I användningsinstruktioner för fuktkänsligt papper läser jag också att pappret blir ljusblått när den relativa luftfuktigheten överstiger 80 %. Fläckarna skall ändå visuellt tydligt gå att urskilja från bakgrunden. (Q-instruments, 2010). Det kan dock mycket väl vara så att jag vid analysen i bildbehandlingsprogram tog med en del blåa områden på pappret som inte träffats av besprutningen, utan var blåa på grund av luftfuktigheten.



Möjliga förklaringar kan även vara att julstjärnorna vid denna upprepning var väldigt välvattnade och hade en hög saftspänning och därför var mera lättillgängliga för besprutningsvätskan. Hur välvattnade plantorna var vid olika besprutningstillfällen har jag ingen dokumentation på. En annan orsak, som kanske är mindre trolig än de andra, är att julstjärnorna under de dagar som förflöt mellan den första och andra upprepningen skulle ha vuxit och blivit mer svårinträngliga. Någon sådan tillväxt kan jag dock inte komma ihåg att jag såg vid tillfället.

Vid provbesprutning 2 med olika munstycken analyserades som sagt både täckningsgrad och droppstorlek. Analysen visade att det gula luftinjekterade munstycket var det som gett den bästa täckningsgraden, följt av standardmunstycket och sämst resultat gav det gröna luftinjekterade munstycket. Enligt litteraturen så har det i många studier där man undersökt besprutning av radgrödor visat sig att luftinjekterade munstycken har haft en bättre penetration in i bladverket samt en bättre täckningsgrad, jämfört med konventionella munstycken (Derksen, m.fl., 2010). Även vid provbesprutningar av jordnötsplantor i olika utvecklingskedan visade det sig att luftinjekterade munstycken var klart mera effektiva än virvelkammarmunstycken på att penetrera och sprida besprutningsvätskan i bladverket (Zhu, Dorner, Rowland, Derksen & Ozkan, 2004).

Resultatet av provbesprutning 2 överrensstämmer inte helt med det som hävdas i den ovan nämnda litteraturen. I provbesprutning 2 var det gula, grövre luftinjekterade munstycket bättre än standardmunstycket, medan det gröna, finare var sämre. En faktor som kan ha spelat en viss roll i det här sammanhanget är också det arbetstryck jag använde vid mina besprutningar. Jag valde att använda ett tryck på 10 bar, vilket var en kompromiss mellan min egen erfarenhet och tillverkarnas rekommendationer. Det är nämligen så att det vid samma tryck och vätskemängd är ganska liten skillnad i droppstorlek mellan olika munstyckskonstruktioner, dock är munstycken gjorda för olika tryck (Folkesson m.fl., 1998, 86). I tillverkarens instruktioner framgick inte vilket som skulle vara det ultimata trycket vid besprutning med luftinjekterade munstycken i växthus. Möjligheten finns därför att

trycket skulle ha justerats åt någondera hållet för att få dessa munstycken att fungera precis som de är avsedda att göra.

Analysen av droppstorlekar visade att genomsnittstorleken på droppar från det gula munstycket och standardmunstycket var ungefär lika, medan det gröna munstycket hade droppar som var till storleken klart mindre. Faktorer som inverkar på droppstorleken är bland annat munstycks konstruktion och munstyckshålets storlek (Folkesson m.fl., 1998, 86). Orsaken till att det gröna luftinjekterade munstycket hade den sämsta täckningsgraden kan vara att det också producerade de minsta dropparna. Det är nämligen så att finare droppar ger en sämre inträngning i bladverket (Löfkvist & Svenson 2006). Små droppar kan också lättare föras bort av vind och andra luftrörelser (Folkesson m.fl., 1998, 165).

Huruvida droppstorleksbestämningen är pålitlig och går att jämföra med analyser gjorda under mera laboriemässiga förhållanden är svårt att säga. Alla munstycken hade en medeldroppdiameter i närheten av 0,3 mm, vilket enligt litteraturen skulle vara en realistisk droppstorlek. (Folkesson m.fl., 1998, 165). Resultaten från dataanalysen kom i pixelstorlek per droppe, vilket kan ha medfört att de droppar som är mindre än en pixel inte storleksbestämde, eftersom en pixel är den minsta enheten i en bild. På inrådan av forskare Jere Kaivosoja vid MTT användes endast droppar mindre än 100 pixel vid uträkandet av medelstorlek på dropparna. Större droppar befarades vara till exempel fingeravtryck eller ansamlingar av droppar, vilka skulle kunna ge vilseledande resultat. Dropparnas medelstorlek omvandlades till diameter i mm vilket ger mer lättfattliga resultat som kan jämföras med de värden som finns i litteraturen.

En faktor som kan ha en viss inverkan på resultatet är även att jag vid besprutningen med olika storlekars munstycken gick framåt med den rekommenderade hastigheten av ca 35 m/min (Lindqvist, 1996, 239). Besprutning med munstycken av olika storlek, användandes samma arbetstryck och gånghastighet, kan resultera i varierande vätskemängder som träffar plantorna (Derksen, 2003). Försök har gjorts

för att undersöka hur en ändrad appliceringshastighet påverkar täckningsgraden inne i julstjärnans bladverk. I dessa försök har man kommit fram till att appliceringshastigheten inte har så stor betydelse (Derksen, m.fl., 2010).

Om jag skulle göra utföra mina försök igen skulle jag också ta i beaktande hur mycket besprutningsvätska som går åt vid besprutningen med olika munstycken och olika arbetstryck. Om man från mitt försök skulle gå vidare och göra nya provbesprutningar inom samma ämne skulle jag rekommendera att man beaktar åtgången av besprutningsvätska. Då skulle det vara bra att räkna ut den så kallade retentionen, det vill säga hur många procent av den utsprutade vätskemängden som kvarhålls på växten (Folkesson m.fl., 1998, 159).

I liknande försök som gjorts i Norge har man i besprutningsvätskan blandat ett pulver som lyser ultraviolett när det belyses med en UV-lampa. Forskarna har sedan tagit en bild av själva bladet och analyserat bilden. (Markvart & Klausen, 2010). Fördelen med den här metoden är kanske att bladet rör sig på ett naturligt sätt när det besprutas och inte är nedtyngt av någon papperslapp, vilket den är vid användningen av fuktkänsligt papper. Hur stor inverkan det här har på testresultaten vet jag inte, men om nya provbesprutningar skulle göras skulle det kanske vara värt att undersöka metoden med UV-ljus.

Om man skulle göra vidare undersökningar utgående från mitt försök skulle det vara bra att testa det bästa munstycket, det gula luftinjekterade, under olika arbetstryck. Efter min undersökning vet vi att det ger den bästa täckningsgraden vid besprutning med ett arbetstryck på 10 bar, men vi kan inte vara helt säkra på att det gula luftinjekterade spaltmunstycket är bättre än virvelkammarmunstycket vid besprutning med 20 bars arbetstryck.

Utgående från mina försök skulle jag själv använda och rekommendera åt andra ett besprutningstryck på 20 bar samt användningen av gula, luftinjekterade

spaltnestycken. Orsaken till att jag rekommenderar gula, luftinjekterade munstycken är att de gav den bästa täckningsgraden på bladens undersidor. Beträffande arbetstrycket så tror jag att 10 bar är för svagt för att kunna penetrera bladverket, medan 30 bar kan göra att plantorna faller omkull.

## KÄLLFÖRTECKNING

Antonius-Klemola, K., Burmoi, T., Mäkilä, J., Pihjalamäki, J. & Ristimäki, P. (2001). *Ruukukasvien viljely*. Helsinki: Kauppapuutarhaliitto ry, Julkaisu n:o 14.

Backman, T. (2009, 29 oktober). *Föreläsning om faktorer som påverkar växtskyddsresultatet*. Nylands Svenska Trädgårdssällskap.

Becker, K. (2003). *Pesticide Application Equipment*. Ingår i: Beytes, C. (red. ), *BALL REDBOOK, Volume I Greenhouses and Equipment*. Batavia, Illinois, U.S.A. : Ball Publishing

Derksen, R.C., Ranger, C.M., Canas, L.A., Locke, J.C., Zhu, H. & Krause, C.R. (2010). Evaluation of handgun and broadcast systems for spray deposition in greenhouse poinsettia canopies. *American Society of Agricultural and Biological Engineers, Vol. 53(1)*, 5-12.

Derksen, R.C. (2003). *Pesticide Application Alternatives*.  
<http://www.canadiangreenhouseconference.com/talks/2003/2003-Derksen.pdf>  
(hämtat: 23.11.2010).

Evira, (2010a). *Bomullsmjöllus Bemicia tabaci Gennadius*.  
[http://www.evira.fi/files/attachments-archived/svenska/vaxtproduktion\\_och\\_foder/vaxtinspektion/karantanskadegorare/etelanjauhainen\\_sv.pdf](http://www.evira.fi/files/attachments-archived/svenska/vaxtproduktion_och_foder/vaxtinspektion/karantanskadegorare/etelanjauhainen_sv.pdf) (hämtat: 1.12.2010).

Evira, (2010b). *Torjuntaohjelmavaihtoehdot joulutähtiviljelmällä syksyllä 2010*.  
[http://www.evira.fi/files/attachments-archived/kasvintuotanto\\_ja\\_rehut/kasvintarkastus/ajankohtaista/torjuntaohjelmat\\_.pdf](http://www.evira.fi/files/attachments-archived/kasvintuotanto_ja_rehut/kasvintarkastus/ajankohtaista/torjuntaohjelmat_.pdf) (hämtat 4.12.2010).

Flower Finder (2010). <http://myflowerfinder.com/Navfull.aspx> (hämtat: 22.11.2010).

Folkesson, Ö., Hagenvall, H., Hammar, O., Nilsson, E. & Nilsson, I. (1998).  
*Bekämpningsmedel - användning, säkerhet och risker*. (u.o.): Natur och Kultur/LTs förlag.

Folkesson, Ö. (1997). *Att använda kemiska bekämpningsmedel*.  
[http://chaos.bibul.slu.se/sll/sjv/att\\_anv\\_kem\\_bek\\_medel/AKB97-05/AKB97-05.HTM](http://chaos.bibul.slu.se/sll/sjv/att_anv_kem_bek_medel/AKB97-05/AKB97-05.HTM)  
(hämtat: 16.11.2010).

Forsberg, A.S., Johansson, A.K. & Norin, I. (2000). *Trädgårdsnäringens växtskyddsförhållanden*.  
[http://chaos.bibul.slu.se/sll/sjv/rapport\\_jordbruksverket/RJV01-07B/RJV01-07B.PDF](http://chaos.bibul.slu.se/sll/sjv/rapport_jordbruksverket/RJV01-07B/RJV01-07B.PDF) (hämtat: 6.12.2010).

Kauppapuutarhaliitto (2010). *Joulukukkiin käytetään yli sata miljoonaa euroa*.  
<http://www.kauppapuutarhaliitto.fi/> (hämtat: 2.12.2010).

Kevius, B. (2010) *Cylindrar, koner*. <http://matmin.kevius.com/cylinder.php> (hämtat: 17.11.2010).

Landers, A. (2010) *Air Induction Nozzles*.

[www.nysaes.cornell.edu/ent/.../Air%20induktion%20nozzles.doc](http://www.nysaes.cornell.edu/ent/.../Air%20induktion%20nozzles.doc) (hämtat: 16.11.2010).

Lindqvist, I. (1996). Växtskydd. Ingår i: Koivunen, T. *Effektiv växthusodling*. Utbildningstyrelsen.

Löfkvist, K. & Svenson, A. (2006). *Spruta rätt i din krukväxtodling*.

[http://www.konsult.lrf.se/Documents/Lantbruk/Spruta\\_ratt\\_krukvaxtodling\\_2005.pdf?epslanguage=sv](http://www.konsult.lrf.se/Documents/Lantbruk/Spruta_ratt_krukvaxtodling_2005.pdf?epslanguage=sv) (hämtat: 13.12.2009).

Markvart, L. & Klausen N.E.H. (2010). Bedre plantebeskyttelse ved optimal sprøjteteknik. *Gartner Tidende*, (1) 36-37

Matthews, G.A. (1979). *Pesticide application methods*. New York: Longman Inc.

Nilsson, U. (1989). *Bekämpningsteknik i växthus*.

[http://chaos.bibul.slu.se/sll/slu/inst\\_medd\\_lantbruksteknik/MLT89-04/MLT89-04.HTM](http://chaos.bibul.slu.se/sll/slu/inst_medd_lantbruksteknik/MLT89-04/MLT89-04.HTM) (Hämtat 13.12.2009).

Nilsson, U. (1998). *Bekämpning i växthus*.

[http://chaos.bibul.slu.se/sll/slu/fakta\\_tradgard/FTG98-06/FTG98-06.HTM](http://chaos.bibul.slu.se/sll/slu/fakta_tradgard/FTG98-06/FTG98-06.HTM) (Hämtat 11.12.2009).

Paul Ecke Ranch (2010). *Poinsettia Diagnostic Key*.

[http://www.ecke.com/html/h\\_points/tech/diagkey/diagkeyh.html](http://www.ecke.com/html/h_points/tech/diagkey/diagkeyh.html) (hämtat: 7.12.2010).

Smith, T.M. & Pundt, L. (2010). *Scouting and decision making*.

<http://www.hort.uconn.edu/ipm/greenhs/htms/scoutdecision.htm> (hämtat: 29.11.2010).

Tee Jet (u.å.) *Technical Information*. [http://www.teejet.com/media/328881/173-191\\_cat50a-us.pdf](http://www.teejet.com/media/328881/173-191_cat50a-us.pdf) (hämtat: 22.11.2010).

Zhu, H., Dorner, J.W., Rowland, D.L., Derksen, R.C. & Ozkan, H.E. (2004). Spray Penetration into Peanut Canopies with Hydraulic Nozzle Tips. *Biosystems Engineering*, (3), 275-283.

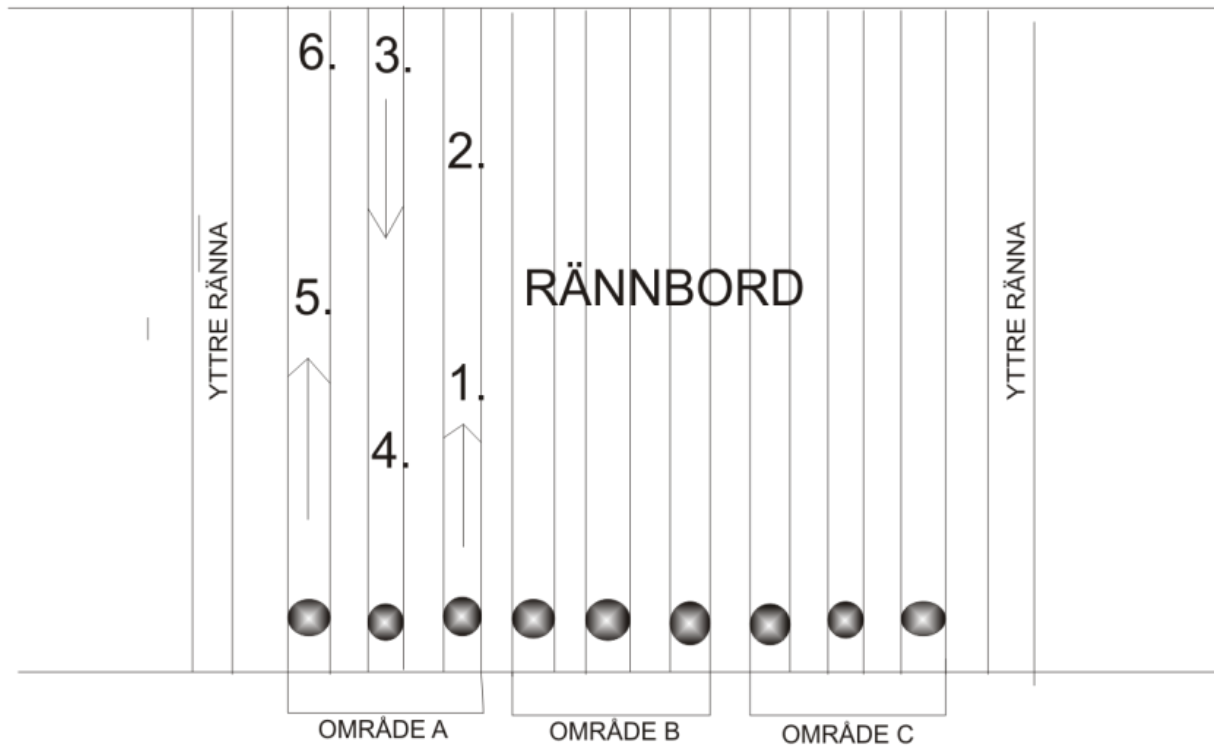
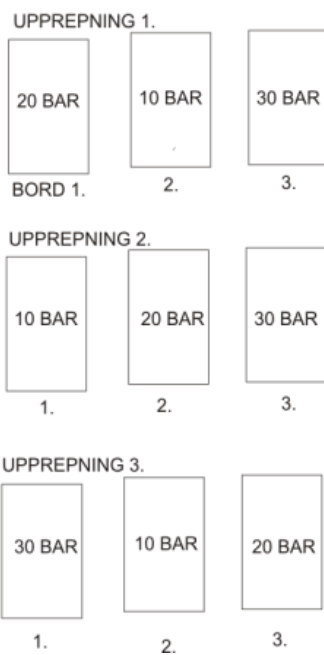
Q-Instruments (2010) *What is water-sensitive paper?*

[http://www.qinstruments.com/uploads/media/water\\_sensitive\\_paper\\_en\\_01.pdf](http://www.qinstruments.com/uploads/media/water_sensitive_paper_en_01.pdf) (Hämtat 14.2.2010).



## METOD

## BILAGA 1

TRYCKMUNSTYCKEN