LANDSKAP TRÄDGÅRD JORDBRUK
Rapportserie

Förluster av växtskyddsmedel till omgivande mark och vatten vid användning i svenska växthus – en genomgång av möjliga riskmoment

Losses of pesticides to soil and water from greenhouse uses – an overview of possible risk factors

Klara Löfkvist (1) **Torbjörn Hansson** (2) **Sven Axel Svensson** (3)

1) HIR, Hushållningssällskapet Malmöhus, Borgeby
2) Grön Kompetens AB, Alnarp
3) Område Jordbruk - odlingssystem, teknik och produktkvalitet, SLU Alnarp

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

Rapport 2009:6
ISSN 1654-5427
ISBN 978-91-86197-15-5
Alnarp 2009

SLU
LANDSKAP TRÄDGÅRD JORDBRUK
Rapportserie

Förluster av växtskyddsmedel till omgivande mark och vatten vid användning i svenska växthus – en genomgång av möjliga riskmoment

Losses of pesticides to soil and water from greenhouse uses – an overview of possible risk factors

Klara Löfkvist (1) **Torbjörn Hansson** (2) **Sven Axel Svensson** (3)

1) HIR, Hushållningssällskapet Malmöhus, Borgeby
2) Grön Kompetens AB, Alnarp
3) Område Jordbruk - odlingssystem, teknik och produktkvalitet, SLU Alnarp

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

Rapport 2009:6
ISSN 1654-5427
ISBN 978-91-86197-15-5
Alnarp 2009

Förord

Denna rapport tar upp frågeställningar som handlar om hur eventuella risker för läckage från växthusanläggningar till omgivande mark och vatten kan uppkomma. Kunskap om olika arbetsoperationer och bedömningar av risknivåer är viktigt, både för att kunna utveckla mätmetoder och förklaringsmodeller och för att utveckla hjälpmedel och rutiner som minskar riskerna.

KompetensCentrum för Kemiska Bekämpningsmedel (CKB) har uppdragit åt Område Jordbruk, SLU Alnarp, att utföra en genomgång av möjliga riskmoment med relation till risker för läckage av kemiska växtskyddsmedel från växthus.

Klara Löfkvist, HIR, Hushållningssällskapet Malmöhus, Borgeby, samt Torbjörn Hansson, Grön Kompetens AB, Alnarp, har samlat in fakta och tillsammans med Sven Axel Svensson sammanställt rapporten.

Projektet har stötts av en referensgrupp bestående av Barbro Nedstam, Jordbruksverket, Alnarp, och Marcus Söderlind, GRO – Gröna näringens riksorganisation, Höör.

Vi vill rikta ett stort tack till de växthusodlare som har lämnat uppgifter till projektet. Det är vår förhoppning att kunskaperna skall kunna återföras i form av förslag på bättre tekniska lösningar och bättre rådgivning.

Uppsala och Alnarp mars 2009

Jenny Kreuger

Chef för KompetensCentrum för Kemiska Bekämpningsmedel

Sammanfattning

Produktion av växter i växthus betraktas i många fall som en sluten produktionsform, där såväl inflöde som utflöde är känt och bestämt. Detta gäller även synen på växtskyddsmedel. En aktuell norsk studie påvisar dock rester av växtskyddsmedel i vattendrag nedströms växthusanläggningar, något som tyder på läckage. För att kunna utveckla mätmetoder och förklaringsmodeller är det viktigt att veta vilka aktiviteter i produktionen som är potentiella läckagerisker, både som punktkällor och som diffust läckage.

Syftet med utredningen är att ta fram kunskap om olika arbetsoperationer, för att bedöma riskerna för läckage av växtskyddsmedel till mark och vatten.

Genom en översiktlig litteraturstudie konstaterades att forskningen inom området är begränsad, med några få forskningsrapporter om matematiska modeller för läckage som undantag. I andra, mer tillämpade rapporter, framförs en allmän bild av att appliceringstekniken i växthus kan betraktas som omodern, med onödigt höga sprutvätskemängder.

Data om arbetsoperationer har insamlats genom företagsbesök med intervjuer och observationer i ca 30 växthusföretag, representerande modern svensk växthusproduktion.

Statistik från Kemikalieinspektionen (KemI) medger ingen uppdelning av förbrukningen av växtskyddsmedel mellan växthus- och frilandsproduktion av trädgårdsprodukter, ej heller fördelning inom respektive bransch.

Bekämpningstekniken domineras av handhållen utrustning, höga vätskemängder och högtrycksprutning. De viktigaste undantagen är dels sprutrobot, som används i grönsaker, dels kalldimningsapparat, som används i alla branscher. Båda innebär fördelar ur arbetsmiljö och kalldimningen har dessutom en betydligt lägre vätskemängd.

I vissa situationer sprids växtskyddsmedel även genom bevattningssystemet. Bevattningssystemets utformning har stort inflytande på var överskottsvätska hamnar. I många fall sker odlingen med hjälp av recirkulerande system, något som minimerar förlusterna. Möjliga risksituationer redovisas i rapporten, både i förhållande till punktkällor och till diffus spridning. I växthus finns mycket begränsade ytor med biologiskt aktiv jord som kan bryta ner växtskyddsmedlen, i stället finns inerta material och betongytor med högt pH. Detta påverkar nedbrytningshastigheten av växtskyddsmedlen på ett negativt sätt.

En sammanfattande bedömning av de största riskerna för förorening av mark och vatten på grund av växtskyddsmedel redovisas. Det finns exempel på risker genom punktkällor i samband med hantering, uppmätning, transporter av uppmätt, koncentrerat preparat, etc. Samtidigt finns exempel på företag, där dessa risker minimerats i genomtänkta system, genom lämpliga rutiner och lämplig utrustning. Riskerna i den diffusa spridningen gäller främst inblandning av växtskyddsmedel i bevattningsvatten, kombinerat med okontrollerat utsläpp av överskottsvatten. Recirkulerande bevattningssystem medger den högsta graden av slutenhet och innebär en mycket hög grad av försäkring mot läckage i växthusproduktion. Denna form av bevattning ökar i branschen.

Summary

Production of plants under glass is in many cases regarded as a closed production system, where input and output flow are known and under control. Plant Protection Products (PPP) are also viewed as part of this closed system. A recent Norwegian study reported residues of PPP in waterways downstream from greenhouse operations, thus indicating that leaching from closed systems can be a problem. To be able to develop measurement methods and models that predict leach rates and in order to do something about possible problems, it is important to identify the production activities that could be potential sources of leaching, both as point sources and as diffuse leaching.

The objective of the investigation was to produce knowledge on different work site operations that would make it possible to estimate the potential leaching of PPPs to soil and water.

A literature survey found limited research activity on these topics, with a few reports on mathematical modelling of leaching. Other, more applied reports, expressed a general view that application technology in the greenhouse industry was old-fashioned, with unnecessary high liquid volume application rates.

Data on work operations were collected through interviews and observations in about 30 greenhouse companies, representing modern, Swedish greenhouse production. Statistics reported by the Swedish Chemicals Agency does not allow separation of PPP use between horticultural field and under-glass production, or into horticultural sub-branches.

Greenhouse application technology is dominated by handheld equipment, high liquid rates and high pressure spraying. The most important exceptions are a ‘spray robot’ used in vegetables and cold foggers, used in all types of production. Both types imply reduced operator exposure to PPPs. Cold fogging has, furthermore, the advantage of using lower liquid rates. In some production systems, the PPPs are distributed through irrigation systems. The design of the irrigation system has a large impact on how surplus liquid is treated, i.e. recycled or dumped down a drain. In many cases today, recirculation systems are introduced; a system that minimises the losses to the ground.

In the report, potential risk situations are described, both regarding point sources and diffuse spreading. Greenhouses have limited areas with biological active soil, which could break down the PPPs; instead greenhouses have inert materials and concrete surfaces with high pH. This influences the speed of the chemical degradation.

A summary of the most important risks for polluting soil and water is described, both regarding point sources and diffuse spreading. Situation examples describe risks through point sources, related to handling, measuring, transport of measured out, concentrated PPP, etc. Simultaneously, examples are given on greenhouse operations where these risks are minimised through carefully designed systems, including suitable routines and equipment. The risks in the diffuse spreading are associated with the mixing of PPPs into irrigation systems, in combination with an uncontrolled discharge of surplus water. Recirculation systems provide the optimum closed system practice and ensure a very high level against leaching in production under glass. This type of irrigation is increasing in the industry.

Innehåll

Förord 3
Sammanfattning 5
Innehåll 7
Bakgrund 9
Syfte 10
Metod 10
Resultat 11
Litteraturstudie 11
Statistiska uppgifter om växthusproduktion i Sverige 12
Förbrukning av växtskyddsmedel i svenska växthus 15
Bekämpningsteknik 16
Bevattningssystem 22
Möjliga risksituationer i samband med förvaring och hantering – punktkällor 28
Möjliga risksituationer i samband med sprutningen – diffus spridning 35
Växthusens golv och mark 36
Nedbrytning av växtskyddsmedel i växthus 38
Slutsatser - Riskbedömning 40
Framtid 43
Referenser 44
Personlig information 47

Bakgrund

Det finns ett stort intresse hos svenska myndigheter med ansvar för växtskyddsfrågor att få ett bättre underlag kring eventuella risker för läckage från växthusanläggningar till omgivande mark och vatten. I registreringssammanhang finns det i dagsläget en schablonmässig norm att växthus kan betraktas som en i stort sett sluten eller förseglad verksamhet. Detta innebär att man inte prövar miljöriskerna för växtskyddsmedel i dessa odlingar på samma sätt som för de medel som används inom frilandsodling eller inom jordbruket. Under senare år har dock olika initiativ tagits för att öka engagemanget kring växthusproduktionens växtskyddsteknik, inklusive dess läckagerisker och arbetsmiljöproblem (Kemikalieinspektionen, 2008a; Doruchowski, G., pers. medd., 2008; EU temastrategi, 2006)

Det nationella Miljökvalitetsmålet ”Giftfri miljö”, som innebär att ”Miljön skall vara fri från ämnen och metaller som skapats i eller utvunnits av samhället och som kan hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden”, anges som mycket svårt eller inte möjligt att nå till år 2020, även om fler åtgärder sätts in. Bland annat saknas det idag tillräcklig kunskap om många kemiska ämnens farliga egenskaper och förekomst i miljön. Det är viktigt att skaffa kunskap om föroreningskällorna och hur allvarligt nivåerna påverkar miljön. Alla som håller på med kemikalier måste därför ta sitt ansvar och kartlägga den risk som verksamheten medför samt minska alla typer av risker som förekommer. För fältmässig jordbruksproduktion har stora insatser genomförts, när det gäller kemiska växtskyddsmedel, däremot för växthusproduktion finns det i dagsläget endast ett begränsat kunskapsunderlag om var och hur risker uppkommer (Miljömålsportalen, 2008; Greppa Växtskyddet, 2008a).

Den generella kunskapen om risker kring hantering av växtskyddsmedel ökar hela tiden i takt med att forskning, utbildning och information om bekämpning tillförs. Dagens växtskyddsmedel har i regel en relativt låg akut toxisk effekt på människan. Det kan då tyvärr medföra att sprutföraren eller odlaren drar slutsatsen att riskerna i användningen inte är så stora. Då det samtidigt inte finns specifik information eller undersökningar som påvisar hur mycket växtskyddsmedel som kommer ut ifrån växthusproduktion, är det lätt att förledas att tro att det inte är några problem. Många uppfattar sin hantering av kemikalier som säker utan att ha belägg varken för eller emot denna uppfattning. Det är därför i många fall svårt att fullt ut motivera ett säkert hanteringssätt. Alla som medverkar i bekämpningsarbetet ska genomgå en obligatorisk behörighetsutbildning innan man får hantera kemikalier och den ska uppdateras vart femte år. Betydligt mer kunskap kring riskerna vid bekämpningsarbetet behöver tas fram till dessa utbildningar. Flera informationskampanjer pågår inom lantbruket såsom *Säkert Växtskydd* och/eller *Greppa Växtskyddet,* men de har inte i första hand riktat sig till växthusodlare och det finns stora utvecklingsmöjligheter i dessa aktiviteter. Den riktade information som finns, är allmänt hållen och kräver förmodligen en insats på företagsnivå för att nå bättre resultat, på samma sätt som för de sk Greppamodulerna inom lantbruket (Säkert Växtskydd, 2004; Greppa Växtskyddet, 2008b).

När det gäller föroreningsvägar för kemiska växtskyddsmedel skiljer man på *diffust läckage* och *punktkällor*.

Diffust läckage härrör från den normala användningen på fältet eller odlingsytan, när växtskyddsmedel oavsiktligt hamnar i omgivande vatten eller mark genom t ex avdunstning, vindavdrift, ytavrinning och utlakning (Greppa Växtskyddet, 2005). Även om växthusbyggnaderna inte är helt täta, bör vindavdriften vara försumbar, jämfört med fältsprutning. I fältodlingen är nederbörden en viktig parameter för att bedöma den diffusa föroreningen. I växthussammanhang blir

bevattningssystemen i kombination med odlingsytorna i stället intressanta faktorer som kräver mer studier. Växthusen har dessutom både ”naturligt” jordgolv och helgjutna betonggolv, vilket påverkar faktorerna infiltration, utlakning och ytavrinning. Läckageproblem som beror på snabb transport genom makroporer i lerjordar kan man förmodligen lämna åt sidan i växthussammanhang, medan däremot den annorlunda och delvis artificiella miljön med betong, stål, makadam, etc, sannolikt påverkar faktorer som nedbrytning och fastläggning.

Med punktkällor avses föroreningar från hantering av koncentrerade växtskyddsmedel, t ex förvaring, uppmätning, överfyllning, spill från dunkar, läckage, rengöring samt tvättning av mått, emballage och sprutor (se t ex Greppa Växtskyddet, 2005; Greppa Näringen, 2004; Nilsson, 2004; Svensson & Löfkvist, 2007; Eriksson, et al., 2004). Punktkällorna kan ofta få stora, framför allt lokala, konsekvenser, genom att det i regel handlar om läckage av preparat med hög koncentration. De är samtidigt möjliga att åtgärda, med gott resultat (Kreuger & Nilsson, 2001). De har bearbetats i många sammanhang och bedömningen är att kunskapen i den fältmässiga odlingen är god, även om inte alla tillgängliga åtgärder ännu är genomförda fullt ut. Genom t ex Greppa Växtskyddet pågår ett intensivt arbete. När det gäller växthusbranschens punktkällor, är det endast krukväxtodlingen som har studerats (Svensson & Löfkvist, 2007).

Det är angeläget att ta sig an växthusbranschens särskilda förhållanden och skaffa mera kunskap om riskerna för att växtskyddsmedel läcker ut i mark och vatten, både vad gäller punktkällor och diffust läckage. Ett framtida åtgärdsprogram bör fokusera på kunskap om vilka situationer och aktiviteter som innebär de största riskerna samt vilka risker som enkelt går att åtgärda.

Syfte

Utredningens mål är att ge ett underlag för en bedömning av växthusproduktionens potentiella läckage av växtskyddsmedel till omgivande mark och vatten, med fokus på yt- och grundvatten.

Metod

En översiktlig litteraturstudie har bildat en bas. Den dominerande delen av utredningen utgöres av inventeringar och dokumentation av verkliga situationer och intervjuer av aktiva växthusodlare.

Detta har lett till en beskrivning av potentiella läckagevägar av de punktkällor och diffusa föroreningar som finns och kan uppstå i växthusproduktion. Det gav också en beskrivning av arbets- och hanteringsmomenten, som i sin tur har använts för en riskbedömning och hur riskerna kan relateras till produktionsförutsättningar, t ex kultur (gröda), anläggningens ålder, storlek, bevattningssystem, belägenhet och byggnadstekniska förutsättningar.

Utredningen begränsas till växthusproduktion, men omfattar också sådan produktion av prydnadsväxter på friland, som sker i direkt anslutning till växthusen samt produktion på mark i enklare växthus, t ex båghus.

Faktaunderlaget om hur hantering och sprutning sker har inhämtats genom besök och intervjuer i cirka 30 växthusföretag under hösten 2008. I möjligaste mån har besöken gjorts i samband med att sprutning har skett. Besökta företag representerar medelstora och stora företag. Odlarna är välinformerade och räknas till framgångsrika odlare. Härigenom vågar vi påstå att materialet är representativt för modern svensk växthusproduktion

Resultat

Litteraturstudie

Det finns allmän kunskap om förekomsten av växtskyddsmedel i vattendrag, baserat på mätningar och läckagemodeller. Dessa fokuserar nästan undantagslöst på den fältmässiga odlingen. Det finns endast enstaka rapporter som avser växthusodling. Det finns också en hel del kunskap om nedbrytningen av kemikalier under olika förutsättningar, såsom nedbrytning på plantorna, i substrat, i sterila miljöer och under olika pH, m.m. Det finns dock få undersökningar om nedbrytning specifikt i växthusmiljöer, som ju skiljer sig markant från frilandsförutsättningar.

En norsk rapport är i stort sett den enda rapport som handlar specifikt om läckage från växthus. I rapporten redovisas hur man genom provtagning i vattendrag nedströms växthusanläggningar har kunnat påvisa ett tydligt läckage av växtskyddsmedel. Däremot är det svårt att avgöra om de uppmätta halterna orsakas av läckage vid ett enskilt tillfälle, ett speciellt förfarande eller om det är resultatet av ett långvarigt läckage och gamla synder; dvs om det rör sig om punktkällor eller diffus förorening (Roseth et al., 2007).

Det finns några rapporter som har den forskningsmässiga infallsvinkeln att bygga upp matematiska modeller för att förutsäga och dimensionera läckage från växthusodlingen (Garratt & Wilkins, 2004; Shomar et al., 2006; González-Pradas et al., 2002; Ducci, 1999). De är dock fortfarande mycket generella och trubbiga verktyg, men kan efter vidareutveckling ge möjligheter till simulering av olika förhållanden.

Litteratur om appliceringsteknik för växthusproduktion är sparsamt förekommande. I holländska källor (Wageningen University) pekar man på den dåliga standarden hos den tekniska utrustningen, den ojämna fördelningen och de höga vätskemängderna (van Zuydam & van de Zande, 1996). I rapporten utvecklade man också en enkel matematisk modell för att förutsäga emissionen av växtskyddsmedel, under och efter sprutning. Modellen inriktade sig på förorening av luften, inte mark och vatten. Med hjälp av modellen undersökte man om en aktiv, invändig filtrering av ventilationsluften kunde sänka emissionen till omgivningen. Detta kunde inte bekräftas.

I Tyskland (bl a Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Mainz) har man under ett antal år arbetat med att förbättra den ojämna fördelningen och det man anser vara en ålderdomlig appliceringsteknik. Man anvisar ett antal olika förbättringar på ramper och liknande. Några studier av läckagerisker tas inte upp utan fokus ligger på förbättrad odlingsteknik. (Knewitz et al., 2000; Knewitz et al., 2003; Koch et al., 1999; Knewitz et al. 2008a; Knewitz et al. 2008b).

På senare år har också den generella appliceringstekniken för prydnadsväxter intresserat belgiska forskare. Pascal Braekman, vid ILVO, Merelbeke, leder ett utvecklingsprojekt för att få en bättre effekt och mindre förluster, genom t ex kursverksamhet för odlare och utveckling av bättre utrustning. Projektet startade med en inventering som dels redovisar arbetsmomenten, dels redovisar stora brister i sprututrustningen (Braekman & Sonck, 2008).

Dessutom finns det rikligt med information, framför allt i form av faktablad från USA, om hur man allmänt sett undviker förorening i växthusmiljön. I dessa beskrivs i ganska svepande ordalag rådgivning om förvaring av växtskyddsmedel på rätt sätt, hur man undviker att förorena vattendrag, etc. Informationen innehåller inga data om eventuellt läckage och heller inte någon tydlig dokumentation som tyder på att någon riskbedömning har utförts. (Veenhuizen & Ozkan, 1993; Barry, 1996; Thomas et al., 2005; Parks et al., 2006; Syngenta, 2008; Panter et al., u.å.)

Användande av en biobädd är en i svenskt jordbruk etablerad och spridd metod för att begränsa risken för punktkällor. Det finns även rapporter om biobäddar och dess konstruktion och behov i växthussammanhang (Torstensson, et al., 2005; Torstensson & Börjesson, 2002). Det måste dock tilläggas att biobäddkonceptet inte har fått någon större utbredning i växthusföretagen. Flertalet av de biobäddar som finns idag är en följd av enskild rådgivning kring anläggning av dessa. Svensson & Löfkvist (2007) anser att en viktig anledning till detta är att växthusbranschens förhållanden skiljer sig så radikalt från lantbrukets, att det är svårt att nå en rationell och effektiv integrering av biobädden i växthusarbetet, utan ett verksamhetsanpassat helhetsgrepp på den totala hanteringen av kemikalier.

Växthusens bevattningssystem är olika utformade, beroende på odlingsinrikning och dessutom helt annorlunda än fältodlingens bevattning. Aktuella bevattningssystem finns utförligt belysta i rapporter om rening av returvatten. Intressant är de olika möjligheter som finns för att minska ofrivilligt näringsläckage. Här finns en stor likhet med riskerna för läckage av växtskyddsmedel och därmed också möjligheter till förbättring (Hansson, 2003; Hansson, 2004; Hansson & Johansson, 2007).

Sammanfattningsvis ger litteraturen inte mycket ledning, vad gäller läckageriskerna till mark och vatten, förutom den aktuella norska rapporten. Den ger ett betydelsefullt bidrag, genom att den tydligt fastställer att det sker ett läckage av växtskyddsmedel från växthus ut i vattendrag. Den är å andra sidan inte tillräckligt tydlig om hur enskilda aktiviteter med växtskyddsmedel kan kopplas till läckageriskerna. Denna del är viktig för att kunna föreslå förändringar av riskfyllda aktiviteter.

Statistiska uppgifter om växthusproduktion i Sverige

Trädgårdsproduktion i växthus omfattar ett flertal olika kulturer. Huvudinriktningar i svenska växthusföretag är prydnadsväxter (krukväxter, utplanteringsväxter, blomsterlök och snittblommor) samt grönsaker och bär. De viktigaste grönsakskulturerna är gurka, tomat och sallat. De produktionsmässigt största krukväxtkulturerna är; pelargon, kalanchoë, julstjärna, begonia, krysantemum, saint paulia, margerit, impatiens, petunia och cyklamen. Även produktion av sticklingar och småplantor samt kryddgrönt och jordgubbar förekommer.

Produktion i växthus förekommer i hela Sverige, men en stor del av ytan finns i södra Götaland, Östergötland samt runt Stockholm och Göteborg. Av Sveriges totala växthusyta finns ungefär hälften i Skåne. Speciellt odling av gurka och tomat är koncentrerad till Skåne där cirka 90 % respektive 60 % av odlingsytan finns.

Vad gäller inriktning har företag med produktion av grönsaker en större areal per företag än de med prydnadsväxtproduktion. Det kan även konstateras att de största företagen finns i södra Sverige. Medelytan per företag vid grönsaksproduktion ligger på knappt 4 000 m^2 för hela Sverige och på 7 000 m^2 för Skåne. Den mindre medelytan för prydnadsväxter ligger på drygt 2000 m^2 för hela Sverige och ca 3500 m^2 för Skåne.

Nedanstående tabeller (Tabell 1- 6) visar aktuella strukturuppgifter för svenska växthusnäringen som sammanställts av Jordbruksverket och Statistiska Centralbyrån.

Tabell 1. Växthusyta i Sverige respektive Skåne år 2005 (SJV, 2005)

	Växthusyta (m^2)	Antal företag	Genomsnittlig yta (m^2)
Sverige totalt	3 013 000	971	3 100
Därav grönsaker*	1 240 368	332	3 736
Därav prydnadsväxter*	1 582 781	723	2 189
Skåne totalt	1 523 861	267	5 707
Därav grönsaker*	880 661	125	7 045
Därav prydnadsväxter*	556 809	159	3 564

* Vissa ytor används till båda kulturinriktningarna

Tabell 2. Storleksstruktur svenska växthusföretag år 2005 (SJV, 2005)

Intervall växthusyta (m^2)	Total växthusyta (1 000 m^2)*	Antal företag (st)*	Genomsnittlig yta (m^2)
201 – 1 000	185 (6 %)	354 (36 %)	522
1 001 – 5000	1 016 (34 %)	453 (47 %)	2 443
5 001 – 10 000	669 (22 %)	97 (10 %)	6 900
>10 000	1 142 (38 %)	67 (7 %)	17 045
Totalt	3 013 (100 %)	971 (100 %)	3 100

*Andelen av den totala ytan respektive det totala antalet företag visas inom parentes

Tabell 3. Åldersstruktur för svenska växthusföretag år 2005 (SJV, 2005)

Byggår	Växthusyta (m^2)	Andel av växthusytan (%)
2001 och senare	344 731	11,4
1996-2000	433 403	14,4
1986-1995	854 808	28,3
1985 och tidigare	1 380 518	45,8
Totalt	3 013 459	

Tabell 4. Fördelning av växthusyta för de största grönsakskulturerna år 2005 (SJV, 2005)

	Areal (m^2)	Antal företag*
Gurka	594 754	206
Tomat	455 965	204
Kruksallat o kryddor	105 922	49
Sallat jord	62 087	19

* vissa företag har fler än en kultur och finns med i flera summeringar

Tabell 5. Produktionsvolym för de vanligaste krukväxterna 2005 (SJV, 2005)

Kultur	Antal (milj st)	Antal företag
Krukväxter		
Pelargon	10,6	465
Kalanchoë	5,4	18
Julstjärna	4,6	170
Begonia	3,5	142
Krysantemum	2,1	33
Totalt	40,9	514
Utplanteringsväxter		
Pensé	22,0	455
Petunia	6,0	456
Lobelia	5,7	460
Tagetes	5,2	484
Totalt	60,9	582

Tabell 6. Produktionsvolym för lök- och snittblommor 2005 (SJV, 2005)

Kultur	Antal (milj st)	Antal företag
Tulpan	114,4	174
Lökblommor i kruka	14,4	287
Snittblommor (ej lök)	3,8	45

Förbrukning av växtskyddsmedel i svenska växthus

Det finns ingen statistik som redovisar specifik förbrukning inom växthusbranschen. KemI delar upp förbrukningen på följande kategorier: jordbruk, skogsbruk, frukt/trädgård, industri och hushåll (klass 3). Inom varje användningsområde redovisas sedan betningsmedel, fungicider, herbicider, tillväxtregulatorer, insekticider, medel mot gnagare och impregneringsmedel (Kemikalieinspektionen, 2008b).

För prydnadsväxter/krukväxter utgör tillväxtregulatorer, s.k. retarderingsmedel, en dominerande del av de använda bekämpningsmedlen. Under 2007 förbrukades 1,2 ton verksamt ämne för tillväxtreglering inom frukt/trädgård, varav den helt dominerande delen förmodligen användes inom växthus och prydnadsväxtodling (Mårtensson, A., pers. medd., 2008). En annan uppskattning, baserad på historiska uppgifter från Gröna Näringens Riksorganisations (GRO:s) Miljödatabas, är att ca 70 – 80 % av förbrukningen av växtskyddsmedel i krukväxtodling är retarderingsmedel (LRF Konsult, 2005). I vissa kulturer tillförs retarderingsmedel (Cycocel) via bevattningen, vilket innebär att stora mängder förbrukas. Kulturer som kräver mycket stora mängder kemiska retarderingsmedel är margerit och krysantemum.

Det är svårt att ge ett värde på en genomsnittlig förbrukning i krukväxtproduktion, eftersom det varierar mycket, beroende på vilka kulturer, sorter och vilken kombination av kulturer som odlas. Förbrukningen av kemiska tillväxtregleringsmedel skiljer sig också mycket mellan odlare, beroende på hur klimatet och bevattningen styrs i företaget. Ett belysande exempel är julstjärnekulturen som odlas av en stor del av den svenska odlarkåren oavsett övrig huvudkultur under resterade del av året. Såväl svenska som holländska studier har visat att antalet retarderingstillfällen och mängden kemiska tillväxtregleringsmedel som används varierar enormt mellan olika företag, trots att samma sorter av julstjärnor odlas.

Även behovet av fungicider och insekticider skiljer sig åt beroende på övriga odlingsåtgärder. Med lämpliga åtgärder, som att hålla växthuset välsanerat och kontrollera fuktigheten, kan man hålla nere problemen med svampsjukdomar. Det går också att komma ner i användningen av insekticider genom ett flitigt användande av biologiskt växtskydd. Kulturer, där man kan tvingas använda insekticider, trots biologisk bekämpning, är julstjärna, som kan drabbas av *Bemisia* (en sk karantänskadegörare som därför helt måste elimineras om man får in ett angrepp).

Det finns dock begränsningar i användandet av förebyggande och biologiskt växtskydd. Det kan vara svårt att få nyttodjur att etablera sig i ”kalla kulturer”, som primula och pensé (odlas i ganska låga temperaturer under tidig vår). Löss och trips kan övervintra och börjar göra skada när värmen i husen snabbt stiger längre fram på våren. Då räcker inte tiden till för att uppföröka en tillräckligt stor nyttodjursstam som kan motverka angreppet. Generellt gäller att värmekrävande kulturer som odlas kallt och fuktigt ofta är mer utsatta för svampangrepp. Exempel på sådana är olika primulaarter, pensé, gerbera och till viss del impatiens. Flera av de i Sverige godkända fungiciderna är inte kurativa, dvs de kan inte stoppa ett pågående angrepp, utan det är för sent att utnyttja dessa preparat när skadan väl upptäckes. Därför måste dessa kulturen behandlas med förebyggande åtgärder, utan att odlaren vet om det finns risk för ett angrepp eller ej (Svedelius, G., pers. medd., 2009).

Ogräs i växthus betraktas som en potentiell härd för uppförökning av olika sjukdomar och skadegörare. Därför är det viktigt att hålla golven rena från ogräs. Ogräsbekämpningen sker med

olika metoder. Många tar bort ogräset manuellt, några flammar bort det och några använder små mängder ogräsmedel, oftast applicerat med en ryggspruta.

Retardering utförs ofta ”fläckvis”, dvs på delar av bord, enstaka bord eller delar av växthuset. Dosen är behovsanpassad för varje enskild plantas behov, baserat på höjden och regleras genom appliceringsutförandet. Bekämpning med insekticider och fungicider görs oftast i hela hus eller avdelningar som är angripna.

Den vanligaste växtskyddsåtgärden för frilandsodlade prydnadsväxter är ogräsbekämpning och svampbekämpning. Det sker en mer allmän ogräsbekämpning vid starten på våren och sedan fläckvis behovssprutning under säsongen. Det förekommer fläckvis sprutning i enstaka fall med insekticider. I vissa fall vattnas bekämpningsmedlet ut. Normalt sker det via droppslangar (en slang i varje kruka), även om det också finns exempel där spridningen har skett med sprinklerbevattningen.

I en krukväxtodling är frekvensen av antalet behandlingar helt beroende på vilken kultur som odlas. Vid produktion av helårskulturer såsom kalanchoë och krysantemum görs behandlingar med retarderingsmedel varje vecka. Doserna anpassas efter årstid och den totala mängden använt retarderingsmedel kan ligga på 0 – 10 liter Cycocel per 1000 m^2 respektive 0 – 3 kg Alar per 1000 m^2. Då det gäller mängderna fungicider ligger de på ca 0,1 – 0,5 kg per 1000 m^2 och insekticider på 0 – 0,5 kg per 1000 m^2, men kan variera mycket från år till år, beroende på om man fått in angrepp eller ej samt om man använder biologiskt växtskydd eller ej.

Köksväxtodlingen kan mer karaktäriseras som ”monokultur”, dvs antingen odlar man tomat, gurka, sallat eller kryddväxter. Växthusenheterna i företag med gurka och tomat är vanligen större än i ett krukväxtföretag, har endast en kultur och sprutas vanligen i sin helhet vid varje tillfälle. Fläckvis behandling förekommer periodvis mot i första hand skadedjur. Inom sallat- och kryddväxtodling förekommer det praktiskt taget ingen kemisk bekämpning, utan all bekämpning sker med biologiska metoder.

Bekämpningen är mer frekvent i gurka (5 – 15 behandlingar/år) än i tomat (1 – 5 behandlingar/år) och i gurkproduktion är det framför allt mjöldaggsbekämpningen som är framträdande. Den sker både med kemiskt och fysikaliskt verkande preparat (t.ex. paraffinolja). Mängden växtskyddsmedel varierar mellan företag och år, men en uppskattning ger vid handen att i tomatproduktion användes ca 0 – 0,2 kg a.s. per 1000 m^2 och år (0 – 2,0 kg a.s. per ha och år). För gurkodlingen kan man på samma sätt uppskatta användningen till 0,1 – 0,4 kg a.s. per 1000 m^2 och år (1.0 – 4,0 kg a.s. per ha och år).

Bekämpningsteknik

Bekämpningstekniken för växthuskulturer skiljer sig radikalt från fältodlingen, men också mellan de olika produktionsinriktningarna. Både skillnaderna i hantering och sprutning påverkar riskerna för läckage. Nedan följer en beskrivning av olika metoder som man finner inom växthusodlingen.

Handsprutning

Handsprutning är den dominerande spruttekniken för krukväxter, men är också vanlig inom grönsaksodlingen. Sprutans pump är eldriven. Sprutan har en tank om ca 200 – 400 liter och förflyttas för hand runt på betonggångarna i växthusen (Figur 1). Med en lång slang med pistolmun-

stycke, rosmunstycke eller kort sprutramp med 3 – 6 munstycken sker spridningen över borden (Figur 2). Vätsketrycket i den vanliga växthussprutan är högt, 50 – 120 bar. Spridarna är i allmänhet virvelkammarspridare av en speciell konstruktion. Det förekommer ibland att normala spaltspridare eller virvelkammarspridare används. Vätskemängden och spridningsjämnheten bestäms av sprutförarens arbetssätt, rörelsemönster och gånghastighet. Vanliga vätskemängder i krukväxtodling varierar stort, från 30 till 300 l/1000 m^2 (300 – 3000 l/ha), medan i grönsaksodling ligger den mer konstant på 100-150 l/1000 m^2 (1000-1500 l/ha).

Figur 1. Normal växthusspruta för handsprutning med högt tryck. Samma grundkoncept används till både prydnadsväxter och grönsaker.

Figur 2. Sprutning av krukväxter med handspruta. Bilden till höger visar ett sk rosmunstycke.

Handsprutning är, som tidigare nämnts, också vanlig inom grönsaksodlingen. Sprutan, som är densamma som för krukväxter, står på huvudgången och man drar med sig en slang med pistolmunstycke eller kort ramp, med vilken man ”målar” sidorna på plantraderna (Figur 3). Arbets-

miljön är påfrestande, eftersom man sprutar över huvudhöjd, med risk för att få sprutmolnet över sig.

Frilandsodlade prydnadsväxter behandlas normalt med ryggspruta eller med slang och pistolmunstycke från växthussprutan.

Figur 3. Sprutning av grönsaker

Figur 4. Frilandsodling av prydnadsväxter. Sprinklersystemet för bevattning syns på bilden.

Sprutrobot

Sprutroboten har tillkommit framför allt för att förbättra arbetsmiljön, men den medför säkerligen också en bättre spridningsjämnhet. En sprutrobot är en motordriven, självgående enhet, som förflyttar en automatiskt manövrerad sprutramp mellan plantraderna med hjälp av drivhjul som ligger an mot värmerören (Figur 5). Själva sprutrampen kan variera i storlek och utformning. Normalt sprutar roboten först ena sidan av raden. Vid änden av raden vrids sprutrampen 180° och sprutar andra sidan på väg tillbaka till startplatsen. Här griper sprutföraren in och förflyttar ramp och drivenhet manuellt till nästa radmellanrum (Figur 5). Tillslag av sprutan görs manuellt vid start i början av raden. Sprutslangen rullas ut automatiskt vid robotens färd i gången och lindas in på returvägen. Användning av en sprutrobot medför en avsevärd förbättring av arbetsmiljön. Sprutföraren slipper därmed hantera sprutmunstycke/ramp och slang, vilket gör att man i stort sett undviker att komma i kontakt med behandlade plantor. Sprutrobot förekommer framför allt i större företag med stora växthusenheter. Vätskemängden ändras inte vid användning av sprutrobot, däremot är rampen i regel försedd med spaltspridare eller virvelkammarspridare av standardtyp. Sprutrobotens tank, pump och motor utgörs av en traditionell högtryckspruta.

En enklare variant, dvs ett mellanting mellan sprutrobot och handspruta, är en vertikal sprutramp som går på värmerören, men som dras för hand fram och tillbaka i plantraden. Risken för att få

sprutvätska över sig är fortfarande stor. Rengöring av sprutrobot och sprutramp sker på samma sätt som en högtryckskspruta.

Figur 5. Sprutrobot, till vänster under sprutning, till höger under förflyttning mellan rader.

Kalldimning

Ett komplement till handsprutningen och sprutrobot är s.k. kalldimning. Kalldimningsaggregat förekommer framför allt inom gurkodling, där de används vid bekämpning med mjöldaggsmedel, och i krukväxtproduktion. Metoden innebär att en sprutvätska sprids i form av mycket små droppar (aerosol). Maskinens fläkt sprider dimman som fyller växthuset och svävar runt under en tid. Aggregatet har ingen pump, utan vätskan sugs upp av ett undertryck. Dimman bildas genom att vätskan passerar en vass egg, där en stark luftström river loss och bildar dropparna.

Kalldimningsaggregat kan antingen vara stationära eller flyttbara (Figur 6). De stationära aggregaten (vanligast i större grönsaksodlingar) är fast monterade ute i växthuset och är placerade ovanför plantorna så att dimman sprids mer effektivt. Mobila aggregat är antingen monterade på en hjulförsedd ställning eller på ett stativ och är flyttbara till olika delar av växthusanläggningen. För att få en jämn spridning över växthuset och inte behöva flytta runt aggregaten så mycket, installeras i regel extra fläktar.

Aggregaten har en avtagbar behållare i vilken sprutvätskan blandas (storlek 5 – 60 liter). På nyare varianter finns också en separat behållare med vatten för automatisk rengöring av slangar och munstycken efter avslutad sprutning. Rengöringsvätskan dimmas då ut. Aggregaten är eldrivna och start- och gångtid kan i regel förprogrammeras. Man använder i princip samma preparat vid

varje behandling och för aggregat som saknar automatisk rengöring gör man inte ren behållaren mellan behandlingarna.

Figur 6. Två olika kalldimningsaggregat. Till vänster syns ett mobilt, mindre aggregat och till höger ett fast monterat, större aggregat för grönsaksodling.

Då det gäller kalldimning måste man vara observant på att hela växthuset, inte bara plantorna, utan även väggar, golv, vävar och all annan inredning, blir täckt med sprutdimma. Det finns knapphändig information om riskerna med denna förorening och hur nedbrytningen av kemikalieresterna varierar med det material som de hamnar på samt vilka fysiska faktorer, såsom temperatur, solljus och fuktighet som respektive material utsätts för. Kalldimning medger applicering av växtskyddsmedel utan närvaro av sprutförare. Vanligen sker dimningen under kvällar och ventilationsluckorna hålls stängda så att dimman kan ligga kvar i luften en tid innan den hamnar på bladen. På morgonen sker då en extra utluftning för att få bort kvarstående bekämpningsmedelslukt.

Sprutramp

Bekämpning med hjälp av sprutramper förekommer inom viss krukväxtproduktion. Det handlar då om en horisontell ramp som förflyttas över borden i växthuset och som används för att spruta hela avdelningar (Figur 7). För mobila bordsystem (roulettbord, paternostersystem och liknande) kan rampen/ramperna vara fast monterade på ett sådant sätt att krukväxtborden kan passera under rampen. Sprutramper är dock inte vanliga, men används i förekommande fall främst till svamp och insektsbehandling, när man behandlar hela avdelningar eller hela hus med samma dos. De är svåra att använda i retarderingsarbetet, eftersom dosen behöver vara olika över mindre ytor och anpassas efter sorter, stadium, reaktion på tidigare behandling, etc.

Figur 7. Sprutramp över bord med småplantor. Pilen visar rampen. Den rör sig mot vänster i bilden under sprutning

Bevattning

Växtskyddsmedel sprids i vissa fall med bevattningsvattnet, något som förekommer i gurka och även delvis i tomat. För vissa enstaka sorter av krukväxter vattnas retarderingsmedel ut. För frilandsodlade prydnadsväxter kan det förekomma att växtskyddsmedel vattnas ut via bevattningssystemet med droppslang eller sprinkler. Riskerna utreds mer i nästa kapitel.

Karaktäristiskt för bekämpningsteknik i växthus

I de allra flesta fall sker bekämpningen för hand inom svensk växthusproduktion. Det innebär att sprutarbetet är ett hantverk som kräver många års erfarenhet. Sprutvätskemängderna är beroende på vilken odlare som utför arbetet. Gånghastigheten och armrörelserna påverkar givan och fördelningens jämnhet. I grönsaksodlingen bekämpas normalt hela eller stora delar av huset, medan man i krukväxtodling oftare genomför fläckvis behandling av enstaka bord eller delar av bord, främst beroende på att retardering är så vanligt och tätt kopplat till plantornas utveckling.

Jämfört med fältodling, sker bekämpningen också med betydligt högre vätsketryck och högre vätskemängder. De höga vätskemängderna leder i många fall till att man sprutar till avrinning, både i krukväxt- och grönsaksodling. Detta är ett uttryck för att växternas bladverk inte kan hålla kvar sprutvätskan, utan dropparna flyter ihop och rinner av bladen, alternativt bildar pölar med kvarstående sprutvätska på bladen.

Figur 8. Sprutning med höga vätskemängder leder till avrinning. Pilarna visar kvarliggande sprutvätska

Bevattningssystem

Iakttagelser och påpekanden om bevattningssystemen som tas upp i detta avsnitt är inriktat mot frågeställningen om växtskyddsmedel, via bevattningsvattnet, kan riskera att förorena mark och vatten

Krukväxter

I krukväxtodling förekommer vanligen något system för uppsamling och cirkulering av bevattningsvattnet. De cirkulerande bevattningssystemen är tidigare beskrivna av Hansson & Johansson (2007). Systemen innebär ebb/flod-bord, rännor eller hela bord (täckta med plåt eller plastfolie). Normalfallet innebär att det finns någon form av ränna eller kanal, som samlar upp vattnet vid odlingsbordets gavel (Figur 11). Det förekommer att krukväxtbord saknar uppsamling av överskottsvattnet. I dessa fall står krukorna så tätt att borden knappast träffas av sprutduschen. Bevattningsmängderna är låga och ger små mängder överskottsvatten.

Produktion av utplanteringsväxter under vinter och vår sker direkt på golv, ofta i äldre växthus. Då odlas plantorna direkt på en Mypexmatta[1] och ingen uppsamling av överskottsvatten finns. Sprutning sker med handspruta. I stort sett hela markytan är täckt med plantor. Bevattningsmängderna är emellertid låga, vilket sannolikt medför liten risk för läckage av det överskottsvatten som inte fångas upp av plantorna, även om recirkulering saknas.

[1] En genomsläpplig, vävd duk av konstfiber

Figur 9. Krukväxtbord med rännor

Figur 10. Växthus med utplanteringsväxter på golv

Figur 11. Ränna vid gavel på krukväxtbord

Grönsaker

För de stora kulturerna gurka och tomat sker odling i substrat som placerats på markytan eller i rännor. Odling sker i längsgående rader – vanligen dubbelrader med arbetsgångar på ömse sidor. Hela markytan är för det mesta täckt med vit plastfolie, alternativt markväv, för att uppnå god ljusreflektion. Markväven är helt genomsläpplig. Plastfolien är tät och i kanalsystemet enligt punkt 2 nedan eftersträvar man en helt tät kanal, eftersom överskottsvätskan skall återvinnas. Plastfolien är utlagd i form av breda längder som går omlott. Förutom för kanalen, kan vatten söka sig ner genom skarvarna. Det är emellertid troligt att mycket av vätskan som träffar folien avdunstar.

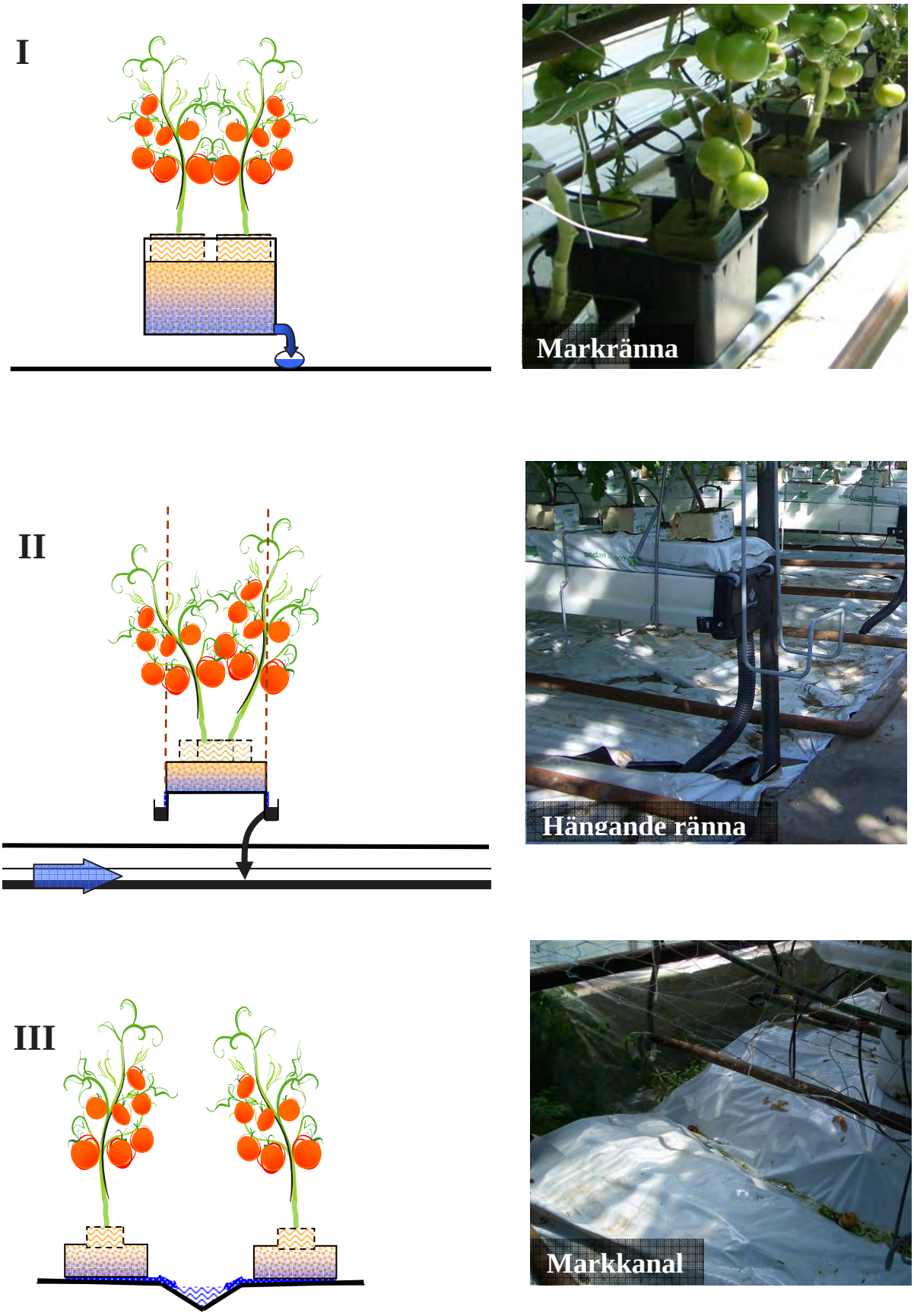
Plantorna tillförs vatten och gödsel genom näringsbevattning, styrd efter plantornas aktuella behov (plantstorlek, fruktmängd, instrålning mm). Mängden vatten som tillförs per dag överskrider plantans upptag och det leder till att en viss mängd vatten och näring dräneras bort från odlingssubstratet. Beroende på vilket odlingssystem man har, kan detta överskottsvatten ledas tillbaka till plantorna igen, användas för bevattning av fältgrödor eller dräneras bort från växthusen via dräneringsledningar och hamna i diken, vattendrag eller dylikt.

Odlingssystemen kan vara utformade på olika sätt och därmed medge mer eller mindre god uppsamling av det överskottsvatten som uppstår vid bevattningen.

Följande tre huvudtyper finns:

1. Rännor
    a) Markrännor. Odlingscontainrar med mineralull är försedda med ett utlopp, som är kopplat till en ränna, eller ett rör, som går längs raden (Figur 12, I).
    b) Rännbord. Enkla rännor av plåt eller plast på bordstativ. Avsedda främst för sallat- och kryddodling (Figur 11 under avsnittet Prydnadsväxter)
    c) Hängande rännor. En plåtprofil, formad som ett upp- och nedvänt U, bildar underlag för mineralullsmattorna. Överskottsvatten fångas upp av en ”hängrännor” på plåtprofilernas utsidor (Figur 12, II).
2. Kanalsystem. En fåra är formad i jordgolvet. Den bildade kanalen täcks med en plastfolie (Figur 12, III).
3. Dräneringsledningar i marken under växthuset – nedgrävda i samband med byggnad

För system 1 och 2 sker utloppet av dräneringsvatten vanligen i ett markrör som ligger längs gaveln eller längs en mitt/sidogång. Inkopplingen till markröret kan antingen bestå av ett rör eller en slang eller när det gäller markkanal av en trattliknande avslutning som bildas av folien som leder vätskan ner i ett hål i markröret (Figur 12, III).



Figur 12. Skiss och foto över odlingssystem för grönsaker. Överst markrännor, därunder hängande rännor och underst markkanaler

Uppsamlingssystem

På Jordbruksverkets uppdrag utfördes en rikstäckande inventering av uppsamlingssystem bland Sveriges växthusodlare under hösten 2006 (SJV, u.å.). Resultatet redovisas i tabellerna nedan.

Tabell 7. Olika uppsamlingssystem i relation till odlingsinriktning och areal (SJV, u.å.)

Uppsamlingssystem	Grönsaker (% av företag)	Areal m^2	Prydnadsväxter (% av företag)	Areal m^2
Rännor	24	290 000	34	409 000
Markkanaler	37	255 000	23	290 000
Annat	6	29 000	12	100 000
Saknar uppsamling	38	210 000	36	222 000

Uppsamlingssystem för dräneringsvattnet förekommer i runda tal i 2/3 av företagen medan det saknas i drygt 1/3. Av de större företagen är det vanligare med uppsamlingssystem och av de mindre företagen är det fler som ännu saknar det.

Överskottsvattnet från bevattningen (dräneringsvattnet), som inte tas upp av plantorna kan omhändertas på olika sätt.

1. Återföres till plantorna efter ev. rening – s.k. recirkulering
2. Användes för bevattning av andra grödor – vanligen fältgrödor
3. Dräneras bort från företaget med markdräneringen

Tabell 8. Användningen av överskottsvatten i relation till odlingsinriktning och areal (SJV, u.å.)

Användning av dräneringsvatten	Grönsaker (% av företag)	Areal m^2	Prydnadsväxter (% av företag)	Areal m^2
Recirkuleras	19	268 000	54	667 000
Till fältgrödor	26	191 000	5	34 000
Dräneras bort	46	304 000	23	170 000
Annat, växtupptag	10	36 000	17	120 000

Recirkulering förekommer på nära 27 % av grönsaksytan och på 60 % av odlingsytan för prydnadsväxter. I många prydnadsväxtföretag är det vanligt att man har en del av växthusanläggningen med recirkulering och en del som saknar recirkulering. I genomsnitt har man i dessa företag recirkulering på 80 % av odlingsytan. Utvecklingen efter 2006 har lett till en ökning av arealen odlingsyta med recirkulering, främst inom grönsaksodlingen.

Möjliga risksituationer i samband med förvaring och hantering – punktkällor

Detta avsnitt baserar sig på insamlade fakta från ett antal grönsaks- och krukväxtföretag, från växthusodlingar med prydnadsväxtodling på friland samt på en aktuell rapport om hantering av växtskyddsmedel i krukväxtföretag (Svensson & Löfkvist, 2007).

Kemikalieförråd

Förråden var i vissa fall utformade som separata rum, i andra fall låsbara skåp. Kemikalieförråden var i stort sett tillfredställande utformade. Merparten hade dock inte helt tillräcklig standard i fråga om brandmotstånd (30 minuters motstånd – RF30). I många fall har man placerat preparaten i plastbackar i skåpet vilket samlar upp ev läckage från läckande förpackningar (Figur 13). Tröskel eller förhöjning kring skåpet är också vanligt för att hindra läckage. I allmänhet har man någon form av absorptionsmedel (används för att kunna snabbt suga upp läckage och spill av växtskyddsmedel) i direkt anslutning till förrådet. I grönsaksföretagen fanns betydligt färre preparat än i krukväxtföretagen.

Placeringen av förråden och avståndet från förrådet till den plats där man skall spruta var mindre optimal och gjorde att risken var mycket stor för att det spontant uppstod temporära förvaringsplatser i växthusen eller vid blandningsplatsen (Figur 14). Det konstaterades vid besöken att så skedde.

Figur 13. Kemikalieförråd. Notera plastbackar för uppsamling av eventuellt läckage

Figur 14. Temporär förvaring av växtskyddsmedel ute i växthus

Uppmätning av preparat och påfyllning av spruta

Typen av produktion påverkade hur uppmätning av växtskyddsmedel och påfyllning av spruta skedde. I krukväxtproduktion, som karaktäriseras av att mindre ytor behandlas varje gång, skedde uppmätning och påfyllning på många olika platser, helt beroende på företagets utformning och förutsättningar. Arbetsmomentet kan ske i kemikalieförrådet, i rum utanför förrådet, eller i växthuset som skall behandlas.

I grönsaksföretagen behandlas större ytor varje gång, men oftast räcker inte innehållet i en sprut-tank för att slutföra behandlingen, utan uppmätning och påfyllning behöver ske flera gånger för att kunna behandla hela produktionsytan. I normalfallet skedde detta moment på huvudgången i växthuset.

Man kan också se en skillnad mellan pulverformiga och flytande preparat. Uppvägning av de pulverformiga växtskyddsmedlen sker oftast i närheten av kemikalieförrådet, där underlag för en våg kan ordnas. Det behövs endast ett enkelt mått för att mäta upp de flytande växtskyddsmedlen och därför sker uppmätningen på många olika ställen; vid kemikalieförrådet, i ”teknikrummet”, i växthuset. Avsköljning av måttet sker i närheten av uppmätningen. Ute i växthuset har vi noterat föredömliga beteenden, där mått och andra redskap som varit i kontakt med växtskyddsmedel sköljs av, varefter tvättvattnet hälls i sprutan (Figur 15). Det finns dessvärre andra exempel, där måtten sköljs i den vanliga vasken, ansluten till enskilt eller kommunalt avlopp.

När man gör uppmätningen ute i växthuset, riskerar man att förutsättningarna inte är helt optimala, vilket framgår av Figur 16. Under tiden som sprutningen sker är det också lätt att ställa flaskor, dunkar och de använda måtten på slumpmässiga platser, utan hänsyn till riskerna. Det finns dock exempel på där de ”säkras”, genom att de ställs i en hink eller en tät plastlåda/vagn.

I vissa fall har man förberett uppmätningen på så sätt att bekämpningsmedlet i förväg var utportionerat i delposter, passande för en spruttank. Uppvägningen kunde då göras i närheten av kemikalieförrådet och man riskerade inte att glömma kvar halvfulla förpackningar i växthuset. Det

var regel att absorptionsmedel fanns till hands i kemikalieförrådet, däremot finns det inget exempel på att det togs med ut i växthuset vid uppmätning av preparat.

Figur 15. Avsköljning av mått. Sköljvattnet hälls i sprutan.

Figur 16. Uppmätning i växthuset innebär risker för att måtten kan välta.

Figur 17. Risk för överfyllnad och läckage av sprutvätska på golvet.

I krukväxtföretagen skedde påfyllning av vatten i sprutan ofta med någon slumpmässigt tillgänglig vattenslang. Det finns stor risk för att slangen blir kontaminerad med koncentrerade växtskyddsmedel i samband med påfyllningen. Detta kan sköljas av vid senare användning, något som innebär en risk för förorening av marken. Dessutom finns en arbetsmiljörisk om någon person tar i slangen med oskyddade händer för att vattna. I köksväxtföretagen medförde man i regel på sprutan en kort slang, avsedd endast för påfyllningen. Skillnaden kan förmodligen förklaras med att man i krukväxtproduktion använder slangbevattning oftare och att det därför finns alltid en slang i varje avdelning, varför behovet av en separat slang aldrig har uppstått. Överfyllnad av spruttanken är slutligen ett ständigt existerande riskmoment (Figur 17). Konsekvenserna är beroende på platsen. Sker överfyllnad i närheten av golvbrunn, eller i växthus med golv av grus, blir risken för att föroreningen sprids till omgivande mark och vatten stor.

Sammanfattningsvis har vi noterat att uppmätning och påfyllning ofta sker på ett sådant sätt och på sådana platser att eventuellt spill innebär risker för förorening av mark och vatten. Detta innebär inte att det finns ett konstant läckage, men konsekvenserna vid eventuella olyckor och missgrepp kan bli stora.

Transporter

Risker i samband med transporter av växtskyddsmedel inom företaget ökar med avståndet mellan kemikalieförrådet och sprutplatsen. Risken ökar ytterligare i de fall då uppvägning och förblandning av en koncentrerad lösning sker vid kemikalieförrådet och den koncentrerade lösningen sedan bärs i öppna kärl genom stora delar av anläggningen (Figur 18).

Figur 18. Transport med koncentrerad lösning i öppna kärl.

Biobädd eller motsvarande

I några prydnadsväxtföretag finns biobäddar (Figur 19) eller täta blandningsplatser med uppsamling för spridning på biologiskt aktiv mark (Figur 20). I grönsaksproduktion var detta betydlig mera sällsynt. Biobäddarna och uppsamlingsplatserna användes dock inte helt konsekvent, om inte biobäddens placering var central nära kemikalieförrådet. I några odlingar förekommer det att rengöring av sprutan sker på bevuxen markyta i direkt anslutning till växthusen. Det sker dock endast under den tid på året då marken är i aktiv växt.

Överbliven sprutvätska

Överbliven sprutvätska sprutas i regel ut över den nyligen besprutade ytan. Många poängterar även att de inte blandar mer än vad som behövs. Då det gäller retarderingsmedel som inte kan sprutas ut igen över kulturen, sparas det oftast till nästa behandling om den görs inom några dagar. Att sprida ut kemikalieresterna över en annan växande gröda såsom en gräsmatta utanför odlingen förekommer också.

Figur 19. Ett föredömligt arrangemang, med påfyllnings- och tvättplats, med golvbrunn kopplad till en biobädd. Biobädden har lagts i ett hörn utanför växthuset, för att dra nytta av läckande värme från växthuset.

Figur 20. Påfyllningsplats, även denna föredömligt arrangerad, med golvbrunn, pump och tank för uppsamling av tvättvatten, eventuellt spill och överfyllnad.

Rengöring

Rengöring och invändig/utvändig tvätt av sprutan utfördes sällan i krukväxtföretag, men var regel i grönsaksodlingen. I de fall det skedde i krukväxtföretag, så var det på särskild i ordningsställd plats med uppsamling eller på biobädd (se ovan). I grönsaksodlingen skedde det mestadels som avslutning på sprutningen och då vanligen på cementgången i växthuset, men det fanns ock-

så exempel på odlare som utförde rengöringen utomhus på bevuxen mark (Figur 21). Rengöringsvattnet sprutades i allmänhet ut på plantorna eller på den gröna marken. I enstaka fall har man dock noterat att det sista sköljvattnet tömdes ut på växthusgången.

Figur 21. Utvändig tvätt av spruta, i ena fallet på huvudgången, i andra fallet på bevuxen mark utanför växthuset

Figur 22. Uppställning av spruta i ”teknikrum”

Förvaring/parkering av spruta

I de flesta fall finns sprutans uppställningsplats i ”teknikrummet”, dvs i ett utrymme där det finns gödselblandare, förråd av gödselmedel, pumpar, vattenfilter, värmestyrning, etc (Figur 22) . Det är ganska vanligt att det i teknikrummet finns golvbrunn, som är ansluten till anläggningens normala avlopp. I andra fall finns sprutan uppställd i packhall eller i växthusen. Som framgått av tidigare text kan sprutan också vara uppställd på platta kopplad till biobädd eller uppsamlingstank.

Möjliga risksituationer i samband med sprutningen – diffus spridning

Detta avsnitt behandlar situationer som är direkt förknippade med sprutningen (avser inte hantering, påfyllning, rengöring, etc, även om dessa operationer sker under sprutningen). Momenten är kopplade till det som i fältodlingen kallas för diffus spridning.

Precis som i fallet med fältsprutningen, finns olika spridningsvägar, dels det som sprids utanför fältet och orsakar negativ påverkan (vindavdrift, avdunstning, etc), dels det som missar plantorna och hamnar på marken. Växtskyddsmedel som hamnar på marken riskerar därefter att följa med den nederbörd som faller antingen nedåt i markprofilen eller på markytan (ytavrinning) till omgivande yt- och grundvatten.

Spridning utanför målet

Som framgår av avsnittet om de olika appliceringsmetoderna, så är det svårt att alltid begränsa sprutningen exakt till plantorna. Den största spridningen utanför målet svarar dimningsmetoderna för, genom att hela växthusets volym fylls med mycket små vätskedroppar, som efterhand sedimenterar (avsätter sig) på alla ytor, inklusive väggar, golv, vävar, värmerör, konstruktionsdetaljer och annan inredning. Beroende på hur snabbt preparatet bryts ner kan det här finnas en risk för att växtskyddsmedel lagras upp och utlöses vid senare tvätt och rengöring. Självfallet hamnar det även på bord och rännor.

Handsprutning samt sprutning med sprutrobot och vertikal ramp sker normalt med mycket höga tryck. Därigenom blir sprutduschen kraftig, med lång räckvidd, samtidigt som duschkvaliteten är mycket fin, gränsande till aerosol. Även vid handsprutning träffar delar av sprutduschen golvet utanför borden (vid krukväxter), golvet utanför plantraderna (för köksväxter) och växthuskonstruktioner såsom stolpar och stöd.

Vindavdriften har tidigare berörts. Vid sprutning stängs alltid luftluckorna och det eventuella läckaget som sker är därför främst beroende på otätheter i växthuset. Läckaget beror på den yttre vinden, växthusets täthet och om luftningsluckorna är stängda eller ej. Avdriftens storlek är svår att bedöma, men är förmodligen försumbar, jämfört med den vindavdrift som förekommer vid sprutning med lantbrukssprutor.

Sprutning med ramp i krukväxter är sällsynt, men tekniken bör vara den som ger minst spridning utanför målet, under förutsättning att bordsytorna är helt fyllda med plantor.

Sprutning i växthus innebär således att oftast mer än växterna träffas av sprutvätska, genom att man använder dimning eller handsprutning i kombination med höga vätskemängder och högt tryck (=> små droppar som är svåra att kontrollera).

Det saknas uppgifter om hur mycket sprutvätska som hamnar utanför borden och som därmed landar på golvet. En första pilotstudie gjordes 2006 med ett mycket litet underlag och gav inget entydigt svar (Svensson & Löfkvist, 2006).

Sprutning på målet

Sprutningen mot växterna, både krukväxter och grönsaker, hamnar inte enbart på plantorna, utan en del träffar marken, eller rännor och bord. I de fall höga vätskemängder används, medför detta att sprutning sker till avrinning, se t ex figur nr 8. I sådana fall leder det till att sprutvätska hamnar på golv, bord och rännor. Ojämnheter i plantbestånd kan medföra att sprutvätska avsätts på annat än plantor, särskilt vid användning av sprutrobot där hänsyn inte kan tas till beståndets utveckling i lika hög grad som vid handsprutning.

Växthusens golv och mark

Markarbeten

Grundläggning av växthus sker med en begränsad avschaktning av befintlig mark och de förekommande markförhållandena påverkar om man behöver dränera under själva odlingsytan. Detta återspeglas i att växthusbyggare i Mellansverige oftare anger att en dränering har lagts in under växthusytan – eller att man konstaterar efteråt att det borde ha gjorts. I Sydsverige är det mer sällan förekommande. Orsaken är oklar. Normal dränering utanför växthusens grundmur, för att samla upp och leda bort regnvatten från tak, är emellertid standardförfarande för samtliga områden (Figur 23).

Det har varit svårt att få fram tillförlitliga uppgifter om hur befintliga dräneringsledningar är kopplade och vart de leds, men rimligen leds de till någon form av dagvatten- eller större dräneringssystem. Man använder uttryck som ”naturlig dränering”, när man menar att överskottsvatten av olika slag får leta sig ner i marken på naturlig väg. I de fall växthusen är byggda på åkermark, borde det finnas kvar äldre, djupare liggande dränering under odlingsytan. I flera fall är odlarna osäkra på vart dräneringsvattnet tar vägen. Däremot känner de bättre till hur det är gjort i anläggningens nybyggda hus, men mera sällan hur de gamla avdelningarna är dränerade.

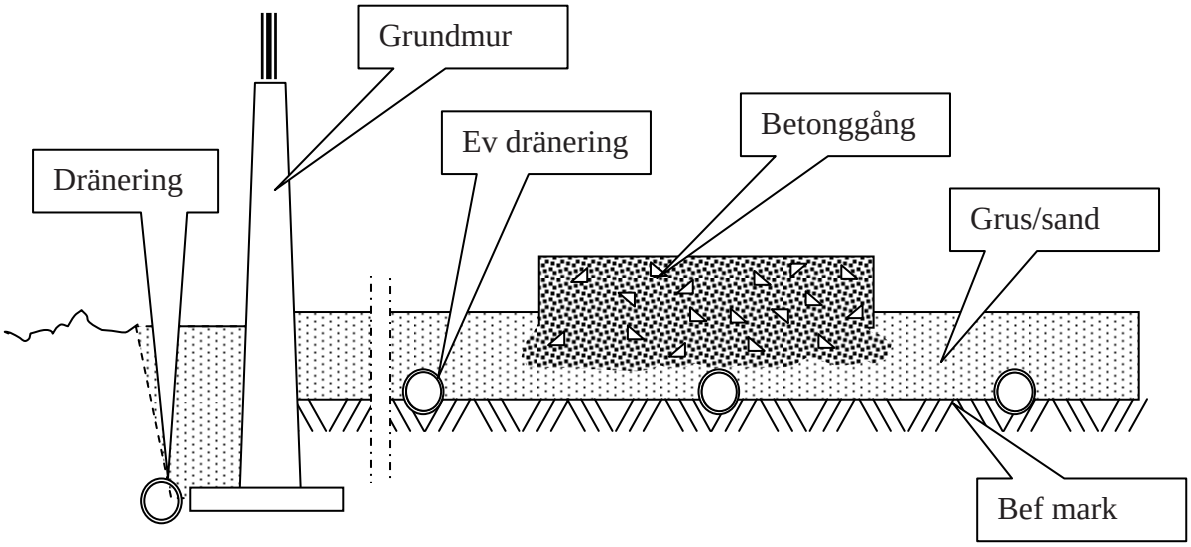
Odlingsytor för prydnadsväxter utomhus är vanligen täckta med Mypex-väv, utlagd på avjämnad jordbruksmark eller motsvarande och här finns normalt ingen uppsamling av vattnet. I något fall finns en dränering som för bort överskottsvatten till befintligt dräneringssystem, dike eller vattendrag.

Golven i växthus

I princip alla växthus har en huvudgång av betong. Från denna går det ut mindre gångar, mellan borden eller mellan plantraderna. Sekundärgångarna kan vara av betong (vanligare i krukväxtodlingar än i grönsaksodlingar), men är ganska ofta enbart av grus eller makadam. Trätrallgångar förekommer också. Resten av golvet utgörs av lokalt förekommande fyllnadsmaterial, i huvudsak lättdränerat grus eller sand, för att undvika att vattenspill ger stillastående vatten.

Det förekommer att hela växthusytans golv är av betong, med borden fastgjutna i betongen. Detta ger dock ett helt annat mikroklimat i växthuset och husen kan bli mycket torra, beroende på hur pass tätt och isolerande växthusets täckskikt är. Att ha hela betonggolv är dessutom så pass

kostsamt att endast ett fåtal sådana anläggningar finns, även om möjligheterna att kontrollera läckage och tvättvatten ökar. Flexibiliteten i den framtida användningen ökar också.



Figur 23. Principskiss genom växthusgolv

Dränering

Dräneringsvatten från växthusodling kan i princip ha två olika typer av ursprung; (a) bevattningsvatten, (b) ’tvättvatten’.

Vatten tillförs plantorna via ett bevattningssystem. Det vatten som plantorna inte tar upp dräneras bort från plantorna och 1) samlas antingen upp i särskilda system med 1a) åtföljande recirkulering eller 1b) utvattning på fält eller 2) dräneras bort från växthuset genom marklagren (hänvisning till tidigare avsnitt om bevattningssystem). I det fall kemiska preparat vattnas ut och man inte har ett slutet system med uppsamling av dräneringsvattnet finns det en risk att rester av preparatet förs ut i dräneringar och slutligen hamnar i vattendrag.

’Tvättvatten’ tillförs på annat sätt, såsom vid duschning av gångar för att höja luftfuktigheten, tvätt av gångar, sprutning och vid spill av vatten i växthuset. Riskerna är här svårbedömda, eftersom tvättvattnet kan härröra från så många olika situationer. Det kan vara förorenat om det utgörs av tvättvatten från bord, rännor och kanaler som kan ha frigjort rester av växtskyddsmedel. Det kan ha också ha uppkommit i samband med att man tvättat eller fyllt sprutan på betonggången, varefter man spolat och tvättat av gången. Det kan också utgöras av returvatten som uppkommer vid returspolning av filter, som letar sig ner i marken.

Det finns liten uppmärksamhet i odlarledet om vad som händer med dräneringsvattnet från växthusanläggningen. Man talar om att det är fri dränering ner till grundvattnet, eller att det går ”till kommunens dagvatten”, trots att anläggningen ligger ute på landsbygden. I några fall vet man att det finns ett dräneringssystem, eller att jordbruksmarken som växthuset står på, har ett gammalt dräneringssystem.

Nedbrytning av växtskyddsmedel i växthus

Nedbrytningen av växtskyddsmedel beror i första hand på vilket preparat och därmed vilken aktiv substans som det är. Hur mycket information det finns om nedbrytningen beror till viss del på hur gammalt preparatet är. Det ställs allt högre krav från Kemikalieinspektionens sida då det gäller information om nedbrytning. För nyare preparat finns därför betydligt mer information tillgängligt om nedbrytningshastigheten i jord och på växtmaterial jämfört med gamla preparat.

Då man tittar på nedbrytning av preparat görs det av två olika anledningar (i) risken för läckage till miljön och då främst läckage till vattendrag och marker i närheten och (ii) risken för exponering i arbetsmiljön för de anställda.

Nedbrytningshastigheten är beroende på vilken yta som preparatet befinner sig på. Ytor som kan vara aktuella i växthussammanhang är växtdelar, odlingssubstrat, såväl inerta (t ex mineralull och pimpsten) som aktiva (torv och liknande). Växthusens golvmaterial utgöres av sand, makadam, grus, jord eller betong. Byggnadsmaterial är stål (galvat, målat/omålat), aluminium, glas, akrylplast, plastfolier, mm. Slutligen finns inredning och utrustning i form av vävar och folier, plast, stål, trä, mm. Förutom materialet som kemikalien befinner sig på, påverkar fysiska faktorer såsom temperatur, pH, fuktighet och närvaron av mikroorganismer nedbrytningen. Vi vet efter att ha observerat applicering i växthus att en del av sprutvätskan mycket väl kan hamna vid sidan om plantorna och alla dessa faktorer är därför viktiga för att kunna bedöma risken för läckage från växthus. Efter sprutning kan rester av växtskyddsmedel finnas på bordskanter, stolpar, på betonggolv och under borden. Har kalldimning använts, finns växtskyddsmedel på alla ytor i växthuset.

Vi har nedan valt att exemplifiera skillnaden i nedbrytningstid, under olika förhållanden, för fyra olika preparat som används i stor omfattning i växthusproduktionen i Sverige. Stråförkortningsmedlet (retarderingsmedlet) BASF Cycocel Plus (klormekvatklorid, CCC) används i stora volymer för flera produkter i krukväxtproduktion och får endast användas i produktion av råg inom lantbruket. Stråförkortningsmedlet NA Alar (daminozide) används endast i krukväxtodling och även detta i stora mängder fördelat över hela året. Bayer Confidor WG 70 (imidacloprid) används i krukväxtodling mot angrepp av skadegörare och är även frekvent använt i grönsaksproduktion. Bayer Previcur N (propamokarb) är ett svamppreparat som används i prydnadsväxtodling och som vattnas ut i grönsaksproduktion (gurka).

Då det gäller nedbrytningen av kemikalier i en grönsaksodling jämfört med i en krukväxtodling är den stora skillnaden frekvensen av spruttillfällena. Eftersom sprutning sker frekvent i krukväxtodling, i vissa fall en gång per vecka menar vi att det kan finnas en risk för att ackumulering av bekämpningsmedel sker, särskilt om nedbrytningen är långsam.

Nedbrytning på blad

Då det gäller nedbrytningshastigheten av kemikalier på växtdelar och blad är den beroende av vilken aktiv substans som används, mängden som applicerats, droppstorleken och vilken gröda det är. Nedbrytningshastigheten har främst betydelse för dem som arbetar i växthusen men även för dem som hanterar plantorna, eller frukterna, efter det att de lämnar trädgården, samt givetvis för risken för resthalter i ätliga växtdelar. En del plantmaterial hamnar även på komposten och om nedbrytningstiden på plantmaterialet är lång kan läckage från komposten medföra föroreningar av intilliggande vattendrag. Systemiskt verkande preparat kan påträffas i hela växten me-

dan kontaktverkande i huvudsak finns på de delar som behandlats. De preparat som vi kommenterar är systemiskt verkande preparat. Confidor har även en kontaktverkande effekt enligt Bayers produktinformation (BayerCropScience, 2009a)

Enligt försök på krysantemum kan resthalter av Alar hittas i hela växten då plantorna är försäljningsklara (Kemikalieinspektionen, 1990). Besprutning med detta medel undviks dock då växten blommar eftersom skador annars kan uppstå på blommorna. Om resthalter av nedbrytningsprodukter till Alar, t.ex. 1,1-dimetylhydrazin, förekommer i prydnadsväxter efter försäljning är dock oklart eftersom det inte finns några rutiner för resthaltsanalyser av nedbrytningsprodukter.

Växtslaget har betydelse för nedbrytningshastigheten av CCC och undersökningar har visat att det sker sakta i krysantemum men betydligt snabbare i julstjärna.

Nedbrytning i jord

Flera av preparaten är rörliga i jord och kan därför röra sig genom markprofilen. De flesta studier är gjorda på friland samt i laboratoriemiljö. Alar bryts ner relativt fort i jordar, faktorer som påverkar nedbrytningshastigheten är exempelvis närvaron av mikroorganismer. Halveringstiden är enligt flera studier mindre än en vecka och 75 % är nedbrutet efter 2 veckor (Kemikalieinspektionen, 1990). Cycocel bryts ned olika snabbt beroende på vilken jord det är och efter 0,5-3,3 dygn i 20°C visar försök att 50 % var nedbrutet (Kemikalieinspektionen, 1993). Enligt en studie som är gjord på en sandblandad frilandsjord var 12 % kvar i marken efter tre månader. Hur snabb nedbrytningen i fält är, beror på vilken mikroflora som finns i jorden. Vid växtlighet i jorden går nedbrytningen generellt snabbare (Kemikalieinspektionen, 1993). Confidor bryts ned mycket långsamt i jordar vid 20°C (Kemikalieinspektionen, 2000). En lägre temperatur förlänger nedbrytningshastigheten. För Previcur fördubblas nedbrytningstiden då temperaturen i jorden sänks från 25 till 15°C (Kemikalieinspektionen, 1991).

Fysiska faktorers påverkan

Flera fysiska faktorer påverkar nedbrytningen av preparat. Att flera preparats nedbrytning hejdas av höga pH är särskilt intressant att notera, eftersom betong är ett material med högt pH och som är vanligt förekommande i växthussammanhang. Med en viss generalisering av betongens egenskaper kan man påstå att ny betong har pH 13-14, gammal betong som alltid varit blöt cirka 13 och slutligen gammal betong som varit torr under lång tid, men blivit blöt senare bör ha ett pH cirka 9-10. Då betongen i växthus med jämna mellanrum blöts ner förväntar vi oss ett pH på 10-13 (Sandin, pers inf). Cycocel, Previcur och Confidor har samtliga en nedbrytning som är mycket långsam i pH över 9 (Kemikalieinspektionen, 1993; Kemikalieinspektionen, 2000; Kemikalieinspektionen, 1991).

Närvaron av mikroorganismer gynnar generellt nedbrytningen av kemikalier. Detta gäller för både Cycocel och Alar (Kemikalieinspektionen, 1993; Kemikalieinspektionen, 1990). I krukväxtsammanhang består ytan under borden av en grusbädd, eller makadam eller liknande material. För att minska skadetrycket hålls ytan ren från växter och annat organiskt material, vilket gör att vi kan förvänta oss att ytan under borden har mycket låg biologisk aktivitet och därmed förlängs nedbrytningstiden för preparaten.

Nedbrytningshastigheten i vatten är beroende av närvaron av mikroorganismer samt om det finns organiskt material i vattnet. Vid närvaro av mikroorganismer i vatten är halveringstiden för Previcur, som vattnas ut till plantorna 4-5 dygn vid 25°C (Kemikalieinspektionen, 1991).

Nedbrytningshastigheten under ljusinverkan, så kallad fotolys, är långsammare på jord än i vatten för de undersökta preparaten. Fotolys i vatten är pH-beroende för flera av de studerade preparaten. Halveringstiden för Confidor i vatten är 30 dagar, Imidakloprid är hydrolytiskt stabil vid pH 4 och 7 i sterila vatten (Footprint, 2009). Vid pH 9 förekom en mycket långsam hydrolys, DT_{50} är c:a ett år (Kemikalieinspektionen, 2000). Det faktum att pH har betydelse för hydrolysen är viktigt att nämna då det gäller kemikaliespill och sprutrester på blöta betongytor.

Slutsatser - Riskbedömning

Växtskyddsmedel kan nå mark och vatten på olika sätt, beroende på användningen i växthusanläggningen. I de ovanstående kapitlen finns redovisat de olika förutsättningar som **kan** innebära att växtskyddsmedel läcker till mark och vatten.

Alla faktorer är inte utredda och det är därför svårt att ge en heltäckande riskbedömning, speciellt eftersom riskerna har mycket olika karaktär. Det är t ex svårt att jämföra riskerna i samband med en olycka med risken för att växtskyddsmedel till slut når dräneringsledningen under normal sprutning. Vi har dessutom en viktig punkt som gäller nedbrytningen i växthusmiljö, som påverkas av många olika förutsättningar, som temperatur, ljus och pH. Olika växthus ger olika förutsättningar och fakta är inte tillgängliga för alla fall. Dessutom är användningen av kemiska växtskyddsmedel mycket varierande både då det gäller doser, mängder och frekvens mellan olika odlare, särskilt då det gäller krukväxtodlare där kulturval och kombinationer av dessa spelar stor roll för behovet av kemikalier.

Med detta vill vi ha sagt att det är svårt, för att inte säga nästan omöjligt, att sätta siffror på riskerna baserat på dagens kunskaper. Riskerna kan beskrivas som kedjor med länkar, där varje länk representerar en delsituation och en teoretisk möjlighet till kvantifiering. Många av ”riskkedjorna” är komplicerade, där varje länk kommer att vara beroende av att varje sprutförare och varje växthusanläggning har sina egna förutsättningar.

För olyckshändelser beror risken för förorening dels på hur stor risken är för att olyckan sker, dels på konsekvenserna av en olycka. Det kan belysas med följande två exempel från hantering: Uppmätning av flytande preparat kan ske med ett mått som balanserar ovanpå spruttanken - eller på en plan diskbänk. Risken för olycka är betydligt större i första fallet. Lägg därtill att diskbänken starkt bidrar till att begränsa konsekvenserna av ett spill. Uppmätningen av bekämpningsmedlet kan ske på en yta med golvbrunn, kopplad till avlopp – eller på en yta, kopplad till en separat uppsamlingstank. Konsekvenserna för mark och vatten vid ett spill blir betydligt större i det första fallet. Kopplar man samman riskabla utföranden med dåliga eller otillräckliga åtgärder för att begränsa konsekvenserna av ett spill blir risken mycket stor för en omfattande förorening. Ytterligare en faktor som spelar in är vilket preparat det är och vilka förutsättningar som det är för nedbrytning av preparatet. Om kemikalierna passerar lämpliga ytor under bra förutsättningar kan stora delar ha brutits ned innan det når yt- och/eller grundvattnet. Mer kunskap om hur de specifika förutsättningarna med betonggolv med höga pH och inaktiva ytor under borden påverkar nedbrytningen behövs.

Den motsatta situationen innebär att man utför momentet på ett säkert sätt med liten olycksrisk, kombinerat med att man vidtagit lämpliga åtgärder för att begränsa skadorna. Detta resonemang kan föras för många av de moment som kategoriseras som risker för punktkällor.

De i tidigare kapitel beskrivna möjliga punktkällorna, dvs hanteringsmoment, så som de utföres idag, innebär risker för olyckor, särskilt med tanke på att åtgärder för att begränsa konsekvenserna sällan förekommer. Risken är svår att kvantifiera. Vi har inte fått något intryck av att olyckor förekommer särskilt ofta, men skulle de göra det, kan konsekvenserna bli stora. Samtidigt finns goda exempel såväl på minimering av olycksrisk som på åtgärder för att begränsa konsekvenserna.

Den diffusa spridningen utgör en annan typ av riskmoment än punktkällorna med sin ”tillbudskaraktär”. Den diffusa spridningen är kopplad till normala moment, som sker med viss regelbundenhet. Det som sprids är den utspädda sprutvätskan, med en koncentration på normalt under 0,1 % av produkten. Rimligen bör inte mer än maximalt 10 % av sprutvätskan hamna på golvet under borden, vilket innebär att det rör sig om små mängder (Svensson & Löfkvist, 2006). Emellertid är det inte enbart mängderna som är intressant för risken för förorening av mark och vatten, utan även hur ofta läckaget sker, nedbrytningsförutsättningar, giftigheten för marklevande organismer, etc.

Möjliga punktkällor

Nedan anges det vi bedömer som de största riskerna för olyckor med stora konsekvenser för mark och vatten:

- Långa transporter med i förväg berett, koncentrerat växtskyddsmedel i öppna tillbringare eller hinkar i handen, kombinerat med öppnande av dörrar och transport av sprutan. Konsekvenserna ökar när transporten passerar eller sker nära gårdsplaner, dricksvattenbrunnar, vattendrag, etc.

- Avsköljning av mått och redskap i vask, kopplad till normalt avlopp

- Uppmätning av flytande växtskyddsmedel från stora dunkar, i små mått på ojämnt eller buktande underlag. Konsekvenserna av tillbud ökar om momentet sker i närheten av golvbrunn, kopplat till avlopp, eller om det sker ute i växthuset, på betonggången med jordgolvet i anslutning.

- Spontan, temporär uppställning av dunkar och förpackningar ute i växthuset. Konsekvenserna ökar om det finns risk för att förpackningarna kan bli påkörda av truckar och vagnar och om underlaget medger läckage ner i marken.

Minimala risker och konsekvenser har vi kunnat konstatera i växthusanläggningar, där all hantering av koncentrerade preparat sker med bra hjälpmedel, på plana, lätt rengjorda ytor, etc och på platser som är kopplade till biobädd eller separat tank.

Möjligt diffust läckage

Nedan anges händelser som, om de äger rum, vi bedömer skulle ge de största riskerna för diffust läckage och därmed stora konsekvenser för mark och vatten och som härrör från:

- Inblandning av växtskyddsmedel i bevattningsvattnet, kombinerat med att överskottsvattnet släpps ut i ”naturlig dränering”. Detta gäller samtliga inriktningar; krukväxter och grönsaker i växthus samt prydnadsväxter på friland.

- Överskottsvatten från bevattningen, som ’fångar upp’ sprutvätska som hamnar i rännor, på golv, etc, släpps ut i ”naturlig dränering”. I krukväxtodling hamnar sprutvätskan i rännor eller på bord (från sprutningen och pga avrinning från plantorna) och tvättas av med bevattningsvattnet. I grönsaksodlingen hamnar sprutvätskan (från sprutningen och pga avrinning från plantorna) på plastfolien eller i odlingsrännan. I båda fallen letar sig vattnet ner i marken. Överskottsvattnet hamnar på samma plats hela tiden, vilket gör att vi kan förvänta oss lokalt relativt höga nivåer.

- Tvättning av spruta på betonggången i växthuset

- Dåliga kopplingar i de recirkulerande systemen leder till läckage.

Recirkulerande bevattningssystem medger den högsta graden av slutenhet och innebär en mycket hög grad av försäkring mot läckage i växthusproduktion. I krukväxtproduktion förs all sprutvätska som hamnar på bord och rännor in i det recirkulerande systemet. Sprutvätska som i grönsaksodling hamnar i odlingsrännorna förs in i det recirkulerande systemet. Läckage kan ske om inte anslutningar och rännor är täta. Att man tömmer ut returvattnet pga att det blir fel i näringsbalans eller att det rinner över i uppsamlingsbassängen tillhör undantag. Om man har ett biologiskt filter på dräneringsvattnet är det möjligt att det blir en omvandling/nedbrytning av preparatet, även om också vissa preparat eventuellt kan skada det biologiska filtret.

Det finns odlare som samlar upp dräneringsvatten och som använder det till fältbevattning. Därigenom minskar risken för att växtskyddsmedel kommer ut i vattendrag genom 1) ev preparatrester binds eller bryts ner i mark som bevattnas samt på den växande ytan på friland 2) ev preparatrester hinner delvis inaktiveras/brytas ner under den tid som förflyter från det att dräneringsvattnet hamnar i bassäng till dess att det vattnas ut på fält.

Vi kan med glädje konstatera att andelen företag med recirkulerande system konstant stiger från år till år.

Potentiella risker, svåra att värdera

- Tvättning av växthus inklusive all inredning som väggar, golv, bord, mattor, rännor, vävar vid säsongsavslut, där upprepad dimning av preparat har skett under odlingssäsongen. Det saknas uppgifter om nedbrytningsprocessen och om vilka mängder och former av växtskyddsmedel som finns kvar efter en säsong. Kan vissa rengöringsmedel och högre temperaturer bidra till nedbrytningen?

- Tvättning av växthusgolv och inredning i normalfallet. Med detta avses framför allt ofta återkommande spolning av betonggolv, där tvättvattnet sköljs ut och får dränera naturligt i den genomsläppliga delen av golvet. Det är okänt hur mycket växtskyddsmedel som har hamnat på betongen, hur mycket som bryts ner på betongen, hur mycket som bryts ner i marken, hur lång uppehållstid vattnet har i markprofilen, osv.

- På plastfolien på golvet i grönsaksodlingen hamnar sprutvätska från hela kulturomgången. Folien rullas ihop vid rengöring av växthuset och omhändertas vanligen av sopstation för för-

bränning. Det är svårt att bedöma om det finns någon risk att ev preparatrester frigörs på vägen till det slutliga omhändertagandet.

- Backspolning och rengöring av filter i recirkulerande bevattningslösningar. Det är inte känt om partiklarna som fastnar i filtren också har fastlagda rester av växtskyddsmedel. Om det finns höga koncentrationer av växtskyddsmedel, bör rengöringsvattnet tas om hand i biobädd eller separat tank.

Framtid

Resultaten som presenteras i den norska rapporten av Roseth et al. (2007) ger en anvisning om att man kan förvänta sig läckage av växtskyddsmedel från växthus, även i svenska vattendrag, eftersom det rimligen inte finns någon väsentlig och avgörande skillnad mellan den svenska och norska växthusbranschen. Man anger i rapporten att man ”*fokusert på avrenning fra store og moderne veksthusanlegg, som i de fleste tilfeller har resirkulering av næringsløsning og automatisert styring av veksthusklima*” (Roseth et al., 2007).

Risken för växtskyddsmedel i vattendrag i växthusområden bekräftas också av en nyligen presenterad rapport från motsvarande typ av mätningar i Skåne (Kreuger et al., 2009). Bland annat återfanns Confidor (imidaklorpid) och Previcur (propamokarb), växtskyddsmedel som endast används i växthusgrödor, i samtliga vattenprov under mätperioden (ca juli – oktober).

Den nu genomförda studien om riskmoment, dokumenterade i svensk växthusproduktion, visar på en hel del potentiella riskmoment och obetänksamma företeelser, men också på tydliga möjligheter till åtgärder.

Studien ger en tydlig bild av kunskapsläget. De flesta typer av punktkällor är beskrivna och det pågår forsknings- och utvecklingsarbete för att komma till rätta med situationerna inom prydnadsväxtodlingarna. Med en motsvarande satsning finns det möjlighet att uppnå detta även för grönsaksodlingarna. Med hjälp av en intensiv rådgivningsverksamhet på företagsnivå är det fullt möjligt att erhålla en säker hantering av växtskyddsmedel, kombinerat med åtgärder för att minimera konsekvenserna.

För den diffusa spridningen finns fler och väsentliga kunskapsluckor. Det gäller t ex svårigheterna att avgöra hur mycket av sprutvätskan som dels hamnar i rännor/bord och kan sköljas av med bevattningsvattnet, dels hamnar på golvet. Den första delen kan lösas genom recirkulerande bevattningssystem. Här är det speciellt positivt att notera den tydliga trenden mot allt mer cirkulerande bevattningssystem, eftersom det eliminerar en direkt väg för förorenat överskottsvatten att nå marken.

Frågan om hur mycket som hamnar på golvet är svår att avgöra utan mer ingående undersökningar (se t ex tidigare pilotstudie av Svensson & Löfkvist, 2006)). Många faktorer kan inverka, men troligen inverkar appliceringsmetod, bordens utformning och bevattningssystem. För grönsakerna är bilden något annorlunda, men det är viktigt att klargöra om sprutvätska hamnar på marken och om den i så fall tar sig vidare ner i markprofilen.

Om växtskyddsmedel hamnar på växthusgolven saknas klargörande information om nedbrytningen, eftersom förutsättningarna är helt annorlunda än fältodlingen. Matjordsskikt med mikroorganismer saknas och i stället är marken utformad för att ge en god dränering. Dessutom förekommer betongytor ofta. Inerta material är vanligt förekommande.

Referenser

Barry, D.W. (1996) Greenhouse pesticide management. Cooperative extension. University of Connecticut.

BayerCropScience (2009) Confidor Produktinformation. [Online] Tillgänglig: http://www.bayercropscience.se/se/midcom-serveattachmentguid1dd316688cd0286316611ddb4b1d53758e4a32ba32b/confidor.pdf

Braekman, P. & Sonk, B. (2008) A review of the current spray application techniques in various ornamental plant productions in Flanders, Belgium. International Advances in Pesticide Application p. 303-308

Ducci, D. (1999) GIS techniques for mapping groundwater contamination risk. Natural Hazards 20: 279-294

Eriksson, A-M., Nilsson, E. & Svensson, S.A. (2004) Identifiering av punktkällor till föroreningar av vatten vid hantering av bekämpningsmedel (*Identifying point sources for contamination of water, related to handling of pesticides*) Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik, SLU Alnarp. Rapport 2004:2. [online] Tillgänglig: http://www.sjv.se/download/18.71828f571158338f31a80004907/Identifiering+av+punktk%C3%A4llor.pdf

EU temastrategi (2006) Temainriktad strategi för hållbar användning av bekämpningsmedel [online] Tillgänglig: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0372:FIN:SV:PDF

Footprint (2009) The Pesticide Properties Database (PPDB) [online] Tillgänglig: http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/index.htm

Garratt, J.A. & Wilkins, R.M. (2004) A fugacity modelling approach to understand pesticide delivery and fate in greenhouses. Aspects of Applied Biology 71: 449-456

Gonzalez-Pradas, E., Urena-Amate, M.D., Flores-Cespedes, F., Fernandez-Perez, M. Garratt & J. Wilkins R. (2002) Leaching of imidacloprid and procymidone in a greenhouse of southeast of Spain. Soil Science Society of America journal 66: 1821-1828

Greppa Näringen (2004) Åtgärdskatalog 2004. [online] Tillgänglig: http://www.greppa.nu/download/18.1c0ae76117773233f780009508/Goda+r%C3%A5d_katalog.pdf

Greppa Växtskyddet (2008a) Detta är Greppa Växtskyddet! [online] Tillgänglig: http://www.greppa.nu/greppavaxtskyddet/dettaargreppavaxtskyddet.4.1c0ae76117773233f780002228.html

Greppa Växtskyddet (2008b) Rådgivning inom Greppa Växtskyddet. [online] Tillgänglig: http://www.greppa.nu/greppavaxtskyddet/radgivningsmodulervaxtskydd.4.1c0ae76117773233f780001193.html

Greppa Växtskyddet (2005) Rapport 2005 Diffust bekämpningsmedelsläckage – kunskapssammanställning. Förf: Sara Johnson och Anette Bramstorp. [online] Tillgänglig: http://www.greppa.nu/download/18.1c0ae76117773233f780008623/C2+Diffust+l%C3%A4ckage.pdf

Hansson, T. (2003) Dräneringsvatten i växthus – uppsamling och användning minskar miljöbelastningen. Jordbruksverket Jordbruksinformation 16 – 2003

Hansson, T. (2004) Rening av returvatten från odling av gurka och tomat i växthus. Jordbruksverket Jordbruksinformation 1 - 2004

Hansson, T. & Johansson, A-K. (2007) Goda exempel på rening av returvatten från odling av grönsaker och prydnadsväxter i växthus. Jordbruksverket Jordbruksinformation 4 – 2007

Kemikalieinspektionen (1990) Kemikalieinspektionens beslut om Alar 85, Diarienummer F-397-31-90, 1990-12-13,.

Kemikalieinspektionen (1991) Kemikalieinspektionens beslut om Previcur N, Diarienummer F-251-405-90, 1991-12-20

Kemikalieinspektionen (1993) Kemikalieinspektionens PM om BASF Cycocel plus, 1993-12-02

Kemikalieinspektionen (2000) Kemikalieinspektionens beslut om Confidor 70 WG, Diarienummer F-1947-326-99, 2000-10-20

Kemikalieinspektionen (2008a) Rapport från Ständiga kommittén för livsmedelskedjan och djurhälsa (sektion ”pesticides – legislation”). 10-11 juli 2008 i Bryssel.

Kemikalieinspektionen (2008b) Försålda kvantiteter av bekämpningsmedel 2007. [online] Tillgänglig: http://www.kemi.se/upload/trycksaker/pdf/statistik/forsalda_bkm_2007.pdf

Knewitz, H., Lehn, F. & Koch, H. (2000) Verbesserung der Applikationsqualität beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Zierpflanzenbau in Gewächshäusern durch Verwendung von einem Düsenverband. (Poster) Mitt. Biol. Bundesanstalt, Heft 376.

Knewitz, H. H. Koch & F. Lehn (2003) Einsatz eines Düsenverbandes und flächen-bezogene Dosierung bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Gewächshaus. (*Pesticide application in glasshouses using a nozzle bar and area related dose rates*). Gesunde Pflanzen 55, 70-76.

Knewitz, H., Koch, H. & Lehn, F. (2008a) Verbesserung der Applikationsqualität beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Zierpflanzenbau in Gewächshäusern durch Verwendung eines Düsenverbandes. Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Mainz. [online] Tillgänglig: http://www.dlr-rnh.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/ALL/F45ACEC8EF181D54C1256F510028A0AA/$FILE/Spritzgestänge%20zur%20Pflanzenschutzmittelausbringung%20im%20Gewächshaus.pdf

Knewitz, H; Koch, H. & Lehn, F. (2008b) Ein Weg zur flächenbezogenen Dosierung im Zierpflanzenbau. Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Mainz [online] Tillgänglig: http://www.dlr-rnh.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/ALL/1DB71985150EF99DC125702D0040A964/$FILE/Düsenbalken_Deutscher_Gartenbau_2.pdf

Koch, H., Knewitz, H. & Lehn, F. (1999) Ready to use - Pesticide application with boom sprayers in glass houses. Horticultural industry, 3/99, p 32-35.

Kreuger, J. & Nilsson, E. (2001) Catchment scale risk-mitigation experiences - key issues for reducing pesticide transport to surface waters. In: (Ed. A. Walker) BCPC Symposium No. 78: Pesticide Behaviour in Soils and Water, 319-324.

Kreuger, J., Graaf, S., Patring, J. & Adielsson, S. (2009) Bekämpningsmedel i vattendrag från områden med odling av trädgårdsgrödor under 2008. Ekohydrologi 110. Avd. för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

LRF Konsult (2005) Miljödatabas. Internt material tillhandahållet av LRF Konsult Trädgård, Malmö

Miljömålsportalen (2008) Mål 4, Giftfri miljö. [online] Tillgänglig: http://www.miljomal.nu/om_miljomalen/miljomalen/mal4.php

Nilsson, J. (2004) Påfyllning av lantbrukspruta - plats, utrustning och rutiner (*Filling of pesticide sprayer - location, equipment and routines*). Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik, SLU Alnarp. Rapport 2004:3. [online] Tillgänglig: http://www.sjv.se/download/18.71828f571158338f31a80004591/P%C3%A5fyllning+av+lantbrukspruta.pdf

Panter, K.L., Newman, S.E.& Waskom, R.M. Pollution prevention in Colorado commercial greenhouses. [online] Tillgänglig: http://www.ext.colostate.edu/pubs/Garden/xcm206.pdf

Parks, S., Hardy, S. & Badgery-Parker, J. (2006) Minimising pesticide residues in greenhouse and hydroponic crops. Information on pesticide issues no. 19

Roseth, R., Ludvigsen, G.H. & Aasen, R. 2007. Forprosjekt – plantevernmidler i avrenning fra veksthus. Bioforsk Rapport, vol 2, nr 162 2007.

Shomar, B.H., Muller, G.& Yahya, A. (2006) Occurrence of Pesticides in Groundwater and Topsoil of the Gaza Strip. Water, air, and soil pollution 171: 237-251

SJV (2005) Sveriges officiella statistik Statistiska meddelanden Trädgårdsproduktion 2005 JO 33 SM 0601

SJV (u.å.) Internt arbetsmaterial – inventering av recirkulationssystem i växthusföretag. Förf: Torbjörn Hansson och Anna-Karin Johansson

Svensson, S.A. & Löfkvist, K. (2007) Säkrare hantering av bekämpningsmedel i växthus (*Safer handling of pesticides in greenhouses*) Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, SLU Alnarp. Rapport 2007:3. [online] Tillgänglig: http://pub-epsilon.slu.se/158/01/LTJ_Rapport_3.pdf

Svensson, S.A. & Löfkvist, K. (2006) Säkrare och effektivare appliceringsteknik i växthusodling. Opublicerad slutrapport till Jordbruksverket. [online] Tillgänglig: http://fou.sjv.se/fou/download.lasso?id=Fil-001237

Syngenta. (2008) Environmental Stewardship. [online] Tillgänglig: http://www.syngentacropprotection.com/env_stewardship/futuretopics/index.aspx?nav=pest

Säkert Växtskydd. (2004) Säkert Växtskydd i frukt- och växthusodling. Förf: Sven Axel Svensson och Torbjörn Hansson. Skrift nr 42133. [online] Tillgänglig: http://www.greppa.nu/download/18.1c0ae76117773233f780006549/SV_fruktvaxthus.pdf

Thomas, P.A., Seymour, R.M., Pennisi, B.V.& Stegelin, F.E. (2005) Water recycling and water reuse assessment. Cooperative extension. The University of Georgia

Torstensson, B., Börjesson, E. & Runmark, R. 2005. Växthusets växtskyddsmedelsrester renas i biobädd. Viola Trädgårdsvärlden nr 4:2005

Torstensson, L. & Börjesson, E. 2002. Elvärmd biobädd skyddar grundvatten vid växthuset. Fakta Trädgård Nr 1, 2002.

van Zuydam, R.P. & van de Zande, J.C. (1996) Application technology, emission and safety in glasshouse spraying. Bulletin OEPP/EPPO 26: 95-101.

Veenhuizen, M.A. & Ozkan, E. (1993) On-farm agrichemical mixing/loading pad. Factsheet. Ohio State University extension AEX-522-93

Personlig information

Astrid Mårtensson. Hortonom, Handläggare på KemI, e-post 2008-10-06

Kenneth Sandin. Tekn dr, universitetslektor i byggnadsmateriallära, Lunds Tekniska Högskola, Lund, e-post 2008-10-24

Grzegorz Doruchowski. Forskare. Institute of Pomology and Floriculture, Skierniewice, Polen, samtal 2008-12-11

Guy Svedelius. Forskare. Område Växtskyddsbiologi, SLU Alnarp, e-post 2009-03-04