



NATIONELL
MILJÖÖVERVAKNING
PÅ UPPDRAG AV
NATURVÅRDSVERKET

Karaktärisering av kemikalieläckage, dess halter och transportvägar från växthus och andra hårdgjorda ytor



Karaktärisering av kemikalieläckage, dess halter och transportvägar från växthus och andra hårdgjorda ytor

Rapportförfattare Sunita Hallgren, LRF Klara Löfkvist, JTI Torbjörn Hansson, Grön kompetens Sven-Axel Svensson, Skog & Lantbruk John Stenström, SLU Lars Bergström, SLU	Utgivare LRF Postadress Franzégatan 6, 105 3 Stockholm Telefon 08-7875156
Rapporttitel och undertitel Karaktärisering av kemikalieläckage, dess halter och transportvägar från växthus och andra hårdgjorda odlingsytor	Beställare Naturvårdsverket 106 48 Stockholm Finansiering Nationell MÖ
Nyckelord för plats Växthus södra Sverige	
Nyckelord för ämne Växthus, växtskyddsmedel, kemikalieläckage	
Tidpunkt för insamling av underlagsdata 2012-05-01 – 2013-06-30	
Sammanfattning Tidigare mätningar har visat att det finns risk att växtskyddsmedel som använts i växthus kan leta sig ut till vattendrag. För att ta reda på mer fakta kring hur läckage av växtskyddsmedel kan ske från växthus och hårdgjorda ytor har nya mätningar gjorts inom ramen för detta delprojekt, på uppdrag av Naturvårdsverket. EFSA utreder beräkningsmodeller för spridningsvägar för växthus. En första slutsats som dragits när försök gjorts att skapa gemensamma miljöriskbedömningar är att det saknas passande definitioner för växthusområdet. Analys av 112 olika substanser har gjorts i 18 st jordprover från 6 st olika typer av trädgårdsföretag. Bland de 112 substanserna finns både tillåtna och sedan tidigare förbjudna ämnen. 36 olika ämnen har kunnat detekteras i jordproverna. De halter som hittats är låga och ligger nära detektionsgränsen för analyserna. Halterna som hittats i proverna är starkt kopplat till den aktiva substansens kemiska egenskaper samt nedbrytningshastigheten i jord och vatten och dess löslighet i vatten. Flera av substanserna är nedbrytningsprodukter av använda växtskyddsmedel. Prover har tagits på tre olika djup i marken - 0-10, 10-20 och 20-30 cm. I samtliga prover är halterna av kemikalierester högst i det översta jordskiktet 0-10 cm. Halterna varierar mycket mellan de olika företagen. Generellt är nivåerna högre i prydnadsväxtodlingar än i grönsaksföretag. Behovet och användningen av kemikalier är starkt kopplat till de kulturer som odlas. Flera av de substanser som har använts har inte återfunnits i jordproverna.	

Innehållsförteckning

1	Sammanfattning	3
2	Bakgrund	4
3	Syfte	5
4	Projektformalia	5
5	Svensk växthusproduktion	7
5.1	Basuppgifter	7
5.2	Referenser	9
6	Bakgrundsfakta om växthus	10
6.1	Växthusens golv och mark	10
6.2	Markarbeten	12
6.3	Golven i växthus	12
6.4	Dränering	13
6.5	Förutsättningar för nedbrytning av växtskyddsmedel i växthus	15
6.6	Var sker nedbrytning av växtskyddsmedel?	15
6.7	Nedbrytning på ytmaterial	15
6.8	Nedbrytning på växtmaterial	16
6.9	Nedbrytning i jord	16
6.10	Nedbrytningens påverkan av klimatet	17
6.11	Andra faktorerers påverkan	17
6.12	Bekämpning kontra växthusens utformning	18
6.13	Referenser	18
7	Kunskapsläget om läckage från växthus – litteraturstudie	19
7.1	Inledning	19
7.2	Bakgrund	19
7.3	Arbete genom EFSA:s försorg	20
7.4	Europeisk statistik, inhämtad av EFSA	23
7.4.1	Emissionlista	24
7.4.2	Workshop 2012	26
7.5	Aktuell uppfattning hos EFSA	26
7.6	Forskning i Nederländerna	27
7.7	Topps (Train the Operator to Prevent Pollution from Point Sources)	31
7.8	Övrig forskning	32
7.9	Synpunkter	32
7.10	Referenser	34
8	Studier i växthus – mätningar och analyser	38
8.1	Inledning	38

8.2	Material och metod	38
8.3	Analyser.....	40
8.4	Resultat	41
8.5	Allmän diskussion	42
8.6	Referenser	46
9	Bilaga 1 Provgrävningsförfarande.....	51

1 Sammanfattning

Tidigare mätningar har visat att det finns risk att växtskyddsmedel som använts i växthus kan leta sig ut till vattendrag. För att ta reda på mer fakta kring hur läckage av växtskyddsmedel kan ske från växthus och hårdgjorda ytor har nya mätningar gjorts inom ramen för detta delprojekt, på uppdrag av Naturvårdsverket.

Det pågår för närvarande ett gemensamt utredningsarbete inom EU kring läckage från växthusodlingar genom EFSA. Beräkningsmodeller för spridningsvägar och för utsläpp av föroreningar har studerats, där besprutning, bevattning, ventilation etc. behandlas. En första slutsats som dragits när försök gjorts att skapa gemensamma miljöriskbedömningar är att det saknas passande definitioner för växthusområdet. Efter omfattande arbete föreslog EFSA under våren 2013 att framöver studera fyra olika typer av produktionssystem i växthus. Anledningen är att dessa avviker stort från fältodlingen och skall därför ges specifika scenarier och simuleringsmodeller:

Växthus – odling i mark utan recirkulationssystem
 Tunnel med ståhöjd – odling i mark utan recirkulationssystem
 Växthus – odling i substrat med recirkulationssystem
 Växthus – odling i substrat utan recirkulationssystem

Alla fyra kan anses som relevanta för svenska förhållanden, även om de två alternativen med markodling i princip inte finns i Sverige.

När det gäller läckage av växtskyddsmedel från denna typ av odlingar pågår inte mycket forskning. Särskilda insatser görs i Holland men då med prioritet på utsläpp av recirkulationsvatten, som innehåller näringsämnen och växtskyddsmedel. Anledningen till utsläppen är ansamling av höga natriumhalter i vattnet, på grund av höga halter av natrium i råvattnet. Råvattenkvaliteten kan utgöra problem i vissa länder, dock ej så vanligt i Sverige.

Analys av 112 olika substanser har gjorts i 18 st jordprover från 6 st olika typer av trädgårdsföretag. Bland de 112 substanserna finns både tillåtna och sedan tidigare förbjudna ämnen. 36 olika ämnen har kunnat detekteras i jordproverna. De halter som hittats är låga och ligger nära detektionsgränsen för analyserna. Halterna som hittats i proverna är starkt kopplat till den aktiva substansens kemiska egenskaper samt nedbrytningshastigheten i jord och vatten och dess löslighet i vatten. Flera av substanserna är nedbrytningsprodukter av använda växtskyddsmedel. Prover har tagits på tre olika djup i marken; 0-10, 10-20 och 20-30 cm. I samtliga prover är halterna av kemikalierester högst i det översta jordskiktet 0-10 cm. Halterna varierar mycket mellan de olika företagen. Generellt är nivåerna högre i prydnaväxtodlingar än i grönsaksföretag. Behovet och användningen av kemikalier är starkt kopplat till de kulturer som odlas. Flera av de substanser som har använts har inte återfunnits i jordproverna.

2 Bakgrund

Växthus har länge ansetts vara slutna system. Studier i Sverige och andra länder under senare år har dock visat på läckage av växtskyddsmedel från växthus. Kunskapen om hur detta läckage sker är låg.

I Holland har forskning om läckage som kan ske genom att växtskyddsmedlen avsiktligt eller oavsiktligt hamnar i bevattningsvattnet och släpps ut som överskottsvatten hög prioritet. Stora fördelar kan erhållas genom att följa denna forskning noga och dra nytta av resultatet i Sverige. Däremot röner inte nedbrytningsprocesserna och infiltration genom markprofilen samma intresse i Holland.

En annan frågeställning är vad som egentligen ska klassas som ett växthus, eftersom variationen av olika konstruktioner och byggnader är mycket stor. Växthuskonstruktionen, appliceringen av växtskyddsmedel samt vilka växtskyddsmedel som används, skiljer sig åt bl.a. beroende på produktionsinriktning.

Det är viktigt att skaffa en så korrekt uppfattning som möjligt om hur växtskyddsläckaget från de svenska växthusen sker. Ett första steg innebär att det görs någon typ av kategorisering av olika växthustyper, i enlighet med det som sker på EU nivå, inom EFSA, den europeiska myndigheten för livsmedelsäkerhet.

Nedbrytningsprocesserna av växtskyddsmedel i växthusmiljö är inte klarlagda och det finns stora kunskapsluckor. Nedbrytningen på flertalet ytmaterial är okänt och hur fastläggningen av nedbrytningsmetaboliter sker i det många gånger oorganiska/inerta golvmaterialet är inte heller känt. Flera faktorer påverkar nedbrytningen, exempelvis fuktighet, temperatur och närvaron av mikroorganismer. Samtliga påverkas av växthusets utformning.

Med en ökad och korrekt kunskap om läckagevägarna och -processerna, har man möjlighet att ge en korrekt rådgivning/vägledning om lämpliga åtgärder för att minska läckaget.

3 Syfte

Syftet med detta delprojekt är att få en bättre uppfattning kring hur läckage av växtskyddsmedel från växthus ser ut, för att på sikt kunna ge råd om hur detta ska kunna minimeras eller helt undvikas.

4 Projektformalia

Ett avtal med nummer 219-1207 upprättades mellan LRF och Naturvårdsverket gällande projektet ”Karakterisering av kemikalieläckage, dess halter och transportvägar från växthus och andra hårdgjorda odlingsytor”. Denna rapport utgör slutredovisningen av arbetet.

Nedan följer övrig information om pågående verksamheter inom samma ämnesområde.

Detta projekt, del 2 i tabell 1 nedan, är en del i en större satsning kring läckage av växtskyddsmedel från växthus och hårdgjorda ytor som påbörjades under våren 2012. I såväl detta projekt som i hela satsningen har följande arbetsgrupp etablerats:

- Sunita Hallgren, växtskyddsansvarig LRF, projektledare
- Klara Löfkvist, forskare vid JTI (Institutet för jordbruk och Miljöteknik)
- Torbjörn Hansson, rådgivare Grön Kompetens
- John Stenström, Professor i mikrobiologi vid institutionen för mikrobiologi, SLU Ultuna
- Lars Bergström, Professor, mark och miljö vid avdelningen biogeofysik och vattenvård SLU Ultuna
- Sven Axel Svensson, rådgivande expert och tidigare forskare i växtskyddsteknik vid SLU, Alnarp

Arbetsgruppen har under 2012 tillsammans ansökt om resurser till olika delprojekt. I tabell 1 nedan finns information om hittills beviljade resurser för Naturvårdsverkets kännedom. Arbetsgruppen har beslutat att fördela delprojekten mellan våra respektive organisationer i syfte sprida ansvaret och skapa en gemensam delaktighet i hela satsningen kring frågan om läckage av växtskyddsmedel från växthus och hårdgjorda ytor.

Arbetsgruppen vill vara tydlig med att vi anser att delprojekten rör olika bitar av frågeställningen om risker för läckage av växtskyddsmedel från växthus och hårdgjorda ytor.

Tabell 1. Sammanfattning ansökta och hittills beviljade resurser.

	Syfte	Ansökare	Resurstilldelare	Ansökta medel, kr	Beviljade medel, kr
Del 1	Kompetensutveckling	Grön Kompetens	Jordbruksverket	383 000	289 000
Del 2	Förstudie mätningar	LRF	Naturvårdsverket	222 000	222 000
Del 3a	Fördjupade mätningar och förstudie åtgärder	JTI	SLF	720 950	720 000
Del 3b	Förstudie åtgärder	LRF	Tillväxt Trädgård	364 850	350 000

Projektet (del 2) Naturvårdsverket beviljat pengar till innehåller tre delar:

- Kunskapsläget om läckage från växthus - litteraturstudie
- Bakgrundsfakta om växthus
- Studier i växthus

Arbetsgruppen ser tre huvudområden i frågan om läckage från växthus och hårdgjorda ytor:

- Sammanställa och sprida kunskap som redan finns (Del 1)
- Nya studier kring läckagevägar behöver genomföras (Del 2, 3a)
- Åtgärder som hindrar läckage (Del 3b)

5 Svensk växthusproduktion

5.1 Basuppgifter

Den svenska trädgårdsproduktionen i växthus omfattar ett flertal olika kulturer. Huvudinriktningar i svenska växthusföretag är prydnadsväxter (krukväxter, utplanteringsväxter, blomsterlök och snittblommor) samt grönsaker och bär. De arealmässigt största grönsakskulturerna är gurka, tomat, sallat och kryddgrönt. De produktionsmässigt största krukväxtkulturerna är pelargon, kalanchoë, julstjärna, begonia, krysantemum, saint paulia, margerit, impatiens, petunia och cyclamen. Även produktion av sticklingar och småplantor samt 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 80 % respektive 55 % av odlingsytan finns.

Medelarealen för svenska växthusföretag ligger på knappt 4 000 m². Större företag med mer än 10 000 m² står dock för mer än halva den samlade odlingsarealen. Sett i ett europeiskt perspektiv består den svenska växthusodlingen av förhållandevis små odlingsenheter och som jämförelse kan nämnas att medelarealen i Nederländerna är 19 500 m² (CBS 2013).

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 4 500 m² för hela Sverige och på 9 750 m² för Skåne. Medelytan för prydnadsväxter ligger på ca 3 300 m² för hela Sverige och ca 6 000 m² för Skåne. För den holländska grönsaksodlingen ligger medelarealen i grönsaksföretagen på ca 30 000 m² och det är vanligt med mycket stora odlingsenheter (>10 ha).

Nedanstående tabeller (tabell 2- 4) visar aktuella strukturuppgifter för svenska växthusnäringen som sammanställts av Jordbruksverket och Statistiska Centralbyrån.

Tabell 2. Växthusyta i Sverige år 2011 (SJV, 2012).

	Växthusyta (m ²)	Antal företag	Genomsnittlig yta (m ²)
Sverige totalt	2 678 000	698	3 837
Därav grönsaker	1 223 000	275	4 447
Därav prydnadsväxter	1 461 651	445	3 283

Tabell 3. Storleksstruktur svenska växthusföretag år 2011 (SJV, 2012).

Intervall växthusyta (m ²)	Total växthusyta (1 000 m ²)*	Antal företag (st)*	Genomsnittlig yta (m ²)
0 - 200	5 (0,2)	59 (9)	85
200 – 1 000	108 (4 %)	203 (29 %)	532
1 000 – 5 000	659 (25 %)	294 (42 %)	2 242
5 000 – 10 000	502 (19 %)	73(10 %)	6 876
>10 000	1 404 (52 %)	69 (10 %)	20 347
Totalt	2 678 (100 %)	698 (100 %)	3 837

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

Tabell 4. Åldersstruktur för svenska växthusföretag år 2011 (SJV, 2012).

Byggår	Växthusyta (m ²)	Andel av växthusytan (%)
2009 och senare	99 485	3,7
2004-2008	210 596	7,9
1999-2003	424 716	15,9
1989-1998	648 604	24,2
1988 och tidigare	1 294 808	48,3
Totalt	3 013 459	

Nära hälften av växthusen i Sverige är mer än 25 år gamla. I regel sker en teknisk modernisering löpande även i äldre växthus vilket gör att moderna odlingsmetoder kan tillämpas även i växthus av äldre datum. Av statistiken framgår t.ex. att arealen med recirkuleringssystem 2011, dvs. odlingar som samlar upp dräneringsvatten och återanvänder det i odlingen så det inte kommer ut i mark och avlopp, uppgår till 1 284 571 m² vilket är en ökning med 40 % jämfört med 2008. Det motsvarar 48 % av den totala växthusarealen. Svenska växthus består antingen av s.k. blockhus av ursprungligen holländsk modell eller av friliggande hus. Den bärande stommen är av stål och/eller aluminium. Täckmaterialet kan utgöras av glas, polykarbonat, akryl eller mjukplast. Storleken på det enskilda växthuset varierar kraftigt från några 100-tal m² för friliggande växthus till stora blockhus på 10 000 m² eller mera. Det är framför allt inom grönsaksodlingen man hittar de stora växthusbyggnaderna.

Den svenska trädgårdsnäringen visar stor tillväxtkraft. Den senaste statistiken från Jordbruksverket visar att produktionsvärdet för den svenska trädgårdsproduktionen ökar och 2011 uppgick till ett värde av 4,4 miljarder. Växthusodlingen av gurka och tulpaner utgjorde tillsammans 522 miljoner kronor av detta produktionsvärde.

5.2 Referenser

SJV (2012) Sveriges officiella statistik Statistiska meddelanden, Trädgårdsproduktion 2011 JO 33 SM 1201

CBS (2013) <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/landbouw/cijfers/tuinbouw/default.htm>

6 Bakgrundsfakta om växthus

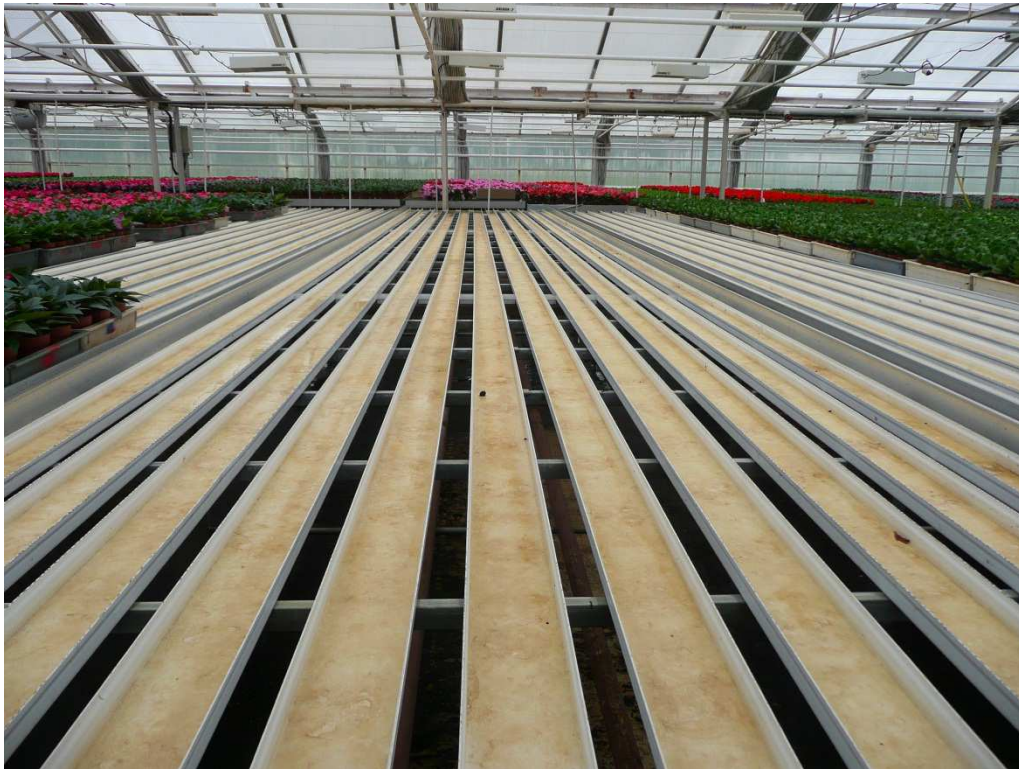
6.1 Växthusens golv och mark

Odling av de stora grönsakskulturerna gurka och tomat sker sällan direkt i marken utan i någon form av substrat som placeras på markytan eller i särskilda odlingsrännor. Odling av sallat kan antingen ske direkt i jorden alternativt i krukor på bord eller i rännor.



Figur 1. Salladsodling på odlingsbord. Foto: Sunita Hallgren

Prydnadsväxter odlas i krukor, som antingen placeras på bord eller direkt på en markyta som täckts med en markväv av plast s.k. mypexväv. Odlingsytor för prydnadsväxter utomhus är vanligen täckta med mypexväv, utlagd på avjämnad jordbruksmark eller motsvarande. Inte heller här utnyttjas marken som odlingsmedium.



Figur 2. Prydnadsväxter på odlingsbord. Foto: Sunita Hallgren



Figur 3. Prydnadsväxter på Mypexduk. Foto: Patrick Svensson

6.2 Markarbeten

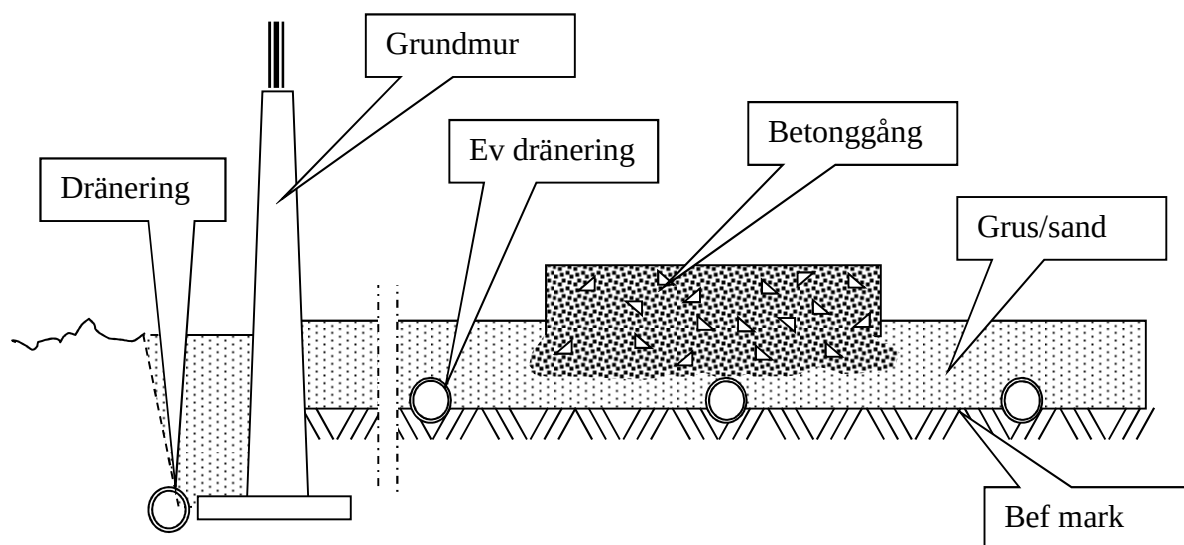
Grundläggning av växthus sker med en begränsad avschaktning av befintlig mark och de rådande markförhållandena påverkar om man behöver dränera under själva odlingsytan. I Mellansverige är det vanligare att man lagt in dränering separat under växthusytan än vad det tycks vara i de sydligaste delarna, där det är vanligt med lantbruksdräneringar på dessa marker. Normalt förekommer dränering utanför växthusens grundmur, för att samla upp och leda bort regnvatten från tak och detta är standardutförande i hela landet (figur 4).

Det är ofta oklart hur befintliga dräneringsledningar är kopplade och vart de leds. Rimligen leds de till någon form av dagvatten- eller större dräneringssystem. Uttryck som ”naturlig dränering”, används 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, kan det finnas kvar äldre, djupare liggande dränering under odlingsytan. I flera fall är odlarna osäkra på vart dräneringsvattnet tar vägen.

6.3 Golven i växthus

Alla växthus har någon form av hårdgjord yta som hålls fri från växtlighet och som antingen finns under odlingsborden/rännorna eller används för att komma åt plantor och produkter och kunna föra ut och in dem i växthuset (transportgångar). I princip alla växthus har en huvudgångar som i större växthuskomplex vanligtvis är i betong. Från huvudgången 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 såsom makadam, lätt-dränerat grus eller sand, i vissa fall är ytan täckt med markväv (mypex) för att undvika att vattenspill ger stillastående vatten och för att minska mängden ogräs.

Det förekommer i ett fåtal fall att hela växthusytans golv är av betong där borden är fastgjutna i betongen. Detta kan ge ett annat klimat i växthuset, som kan bli torrt vilket också är beroende av hur pass tät och isolerande växthusets täckskikt är. Möjligheterna att kontrollera läckage och tvättvatten ökar vid helgjutna golv men det är så kostsamt att endast ett fåtal sådana anläggningar finns.



Figur 4. Principskiss genom växthusgolv

6.4 Dränering

Dräneringsvatten från växthusodling kan ha två olika typer av ursprung; (a) bevattningsvatten, (b) läckagevatten.

Vatten tillförs plantorna via ett bevattningssystem eller via slangvattning. 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) i vissa fall utvattning på fält eller 2) dräneras bort från växthuset genom marklagren. I det fall kemiska preparat vattnas ut och det inte finns ett slutet system med uppsamling av dräneringsvattnet finns det en stor risk att rester av preparatet förs ut i dräneringen och slutligen hamnar i vattendrag.



Figur 5. Tomatodling med uppsamlande system. Foto: Torbjörn Hansson.

Spillvatten uppstår på annat sätt, såsom vid duschning av gångar för att höja luftfuktigheten, tvätt av gångar, rengöring av husen, spill av vatten samt vid behandling med växtskyddsmedel i växthuset. Riskerna för kemikalieläckage är här svårbedömda, eftersom spillvattnet kan härröra från många olika situationer. Det finns en risk att vattnet är förorenat om spillvatten från bord, rännor och kanaler har frigjort rester av växtskyddsmedel eller om man har tvättat eller fyllt sprutan på betonggången, varefter man spolat och tvättat av gången.

Kemikalieläckage kan också uppstå om det finns bekämpningsmedelsrester i returvattnet som dräneras frivilligt eller oavsiktligt genom läckage i det recirkulerande systemet.

6.5 Förutsättningar för nedbrytning av växtskyddsmedel i växthus

Nedbrytningen av kemiska växtskyddsmedel beror i första hand på vilka egenskaper den aktiva substansen i preparatet har. Information om aktiva substansers egenskaper återfinns i pesticiddatabasen PPDB (Pesticide Properties Data Base). Nedbrytningsstudier krävs vid inregistrering av preparat som ska användas på friland. För preparat som endast är tillåtna i växthus har nedbrytningsstudier hittills inte krävts eftersom växthusen bedömts vara helt slutna system utan risk för läckage till mark och omgivning. Framöver kan denna bedömning komma att förändras.

Vid inregistrering av preparat krävs fältstudier för att få fram grunddata, som sedan läggs in i modeller som simulerar nedbrytningen totalt. Modellerna är framtagna för frilandsodling och de behöver kompletteras med data som är relevanta för växthus eftersom förutsättningarna är annorlunda där. Generellt finns mera tillgänglig information om nedbrytningshastighet i jord och på växtmaterial för nyare preparat jämfört med äldre och genom nya regelverk ställs fler och högre krav på olika data.

Nedbrytning av preparat är en viktig parameter och data krävs både ur ett ekotoxikologiskt och humantoxikologiskt perspektiv.

Nedbrytningshastigheten är beroende av en mängd yttre faktorer såsom vilken yta preparatet befinner sig på, vilka klimatfaktorer som råder och närvaron av mikroorganismer.

6.6 Var sker nedbrytning av växtskyddsmedel?

Nedbrytning av växtskyddsmedel kan ske på olika ställen i växthuset:

- på olika ytor i växthusets inredning
- på och i växtmaterialet
- i jorden
- i vattnet
- på solbelysta ytor

6.7 Nedbrytning på ytmaterial

Växthuset är vanligen uppfört i en stålkonstruktion och belagt med ett täckmaterial. Det är inrett med utrustning som behövs för aktuella kulturer och kan bestå av bord, rännor, vävar, armaturer, interna transportsystem etc. Exempel på olika material som finns i ett växthus är stål, aluminium, glas, akryl, polykarbonat, plastfolie, hårdplast, markplast, polyester, trä mm. Golvmaterial kan utgöras av sand, makadam, grus, jord eller betong.

Då preparat inregistreras för användning krävs studier för nedbrytningen i fält och värden för nedbrytning i mark, vatten och via fotolys finns därför framtagna. Uppgifter kring nedbrytningen på andra inerta material som exempelvis betong, plast och aluminium saknas.



Figur 6. Traditionellt svenskt växthus med stålkonstruktion. Foto: Torbjörn Hansson.

6.8 Nedbrytning på växtmaterial

Nedbrytningshastigheten av kemikalier på blad och andra växtdelar är, utöver vilken substans det är frågan om, också beroende av mängden som applicerats, droppstorleken och vilken gröda det är frågan om. Nedbrytningshastigheten har betydelse för dem som arbetar i växthusen och som hanterar plantorna och frukterna. För produkter som ska konsumeras är nedbrytningshastigheten helt avgörande för att resthalterna inte ska bli för höga. Växtrester från produktionen och växter som inte har blivit sålda, samlas ofta på en kompost och om nedbrytningstiden på plantmaterialet är lång kan kemikalieläckage från komposten medföra föroreningar av intilliggande vattendrag. Systemiskt verkande preparat kan påträffas i hela växten, medan kontaktverkande medel i huvudsak påträffas på de växtdelar som behandlats.

6.9 Nedbrytning i jord

Närvaro av mikroorganismer är helt avgörande för nedbrytningen av bekämpningsmedel (Aislabie and Lloyd-Jones 1995). Den markyta som finns i växthus och som inte används till odling är inte bevuxen och det finns därför anledning att tro att förekomsten av och aktiviteten hos mikroorganismer i den markprofilen är avsevärt lägre än i en vanlig åkermarksprofil. Inget organiskt material tillförs heller marken så andelen organiskt material är lågt i denna markyta. Troligtvis är därför nedbrytningen av kemikalier sämre än i

motsvarande bevuxen utomhusjord (utan hänsyn tagen till andra faktorer såsom temperatur och fuktighet).

Flera substanser binds fast i jorden om den har sådana bindande egenskaper och kan därför ligga kvar en mycket lång tid i marken utan att röra sig genom markprofilen. De flesta studier är gjorda på friland samt i laboratoriemiljö och hur nedbrytningen i växthusjordar ser ut är därför okänt.

Eftersom marken i de flesta fall inte används för odling, sker heller ingen direkt vattentillförsel till jorden i växthuset; inte heller når något regn marken. Jorden är därför betydligt torrare än utomhus. Transport av substanser genom markprofilen är därmed troligen mindre än i en jord utomhus.

I holländsk litteratur framhålls att golvytan är så torr och har så hög temperatur att växtskyddsmedlen som hamnar där avdunstar innan det tränger ner i marken.

6.10 Nedbrytningens påverkan av klimatet

Yttre faktorer som har betydelse för nedbrytningen är t.ex. temperatur, luftfuktighet och solljus samt som tidigare nämnts närvaro av mikroorganismer. Vid sprutning i växthus kommer avsättning av sprutvätska att ske förutom på växterna även på växthuskonstruktion, inredning och mark. Var kemikalierna hamnar beror på vilken appliceringsteknik som används. Vid t.ex. kalldimning träffas så gott som alla ytor i växthuset.

Förutsättningarna i växthus skiljer sig från friland på flera sätt. Växthus kan vara allt ifrån enklare plasttunnlar med enkel klimatreglering till glasväxthus med avancerad styrning av klimat och bevattning. Definitionen för växthus inom EU är ännu inte fastlagd till följd av de stora variationerna av växthuskonstruktioner som finns i Europa. Jämfört med friland kan man i växthus hålla en kontrollerad temperatur och fuktighet. Temperaturen hålls vanligen på en högre nivå än den som råder utomhus och man bedriver odling med uppvärmda växthus under en stor del av årets månader eller under hela året. För de substanser där temperaturen har stor roll för nedbrytningen, kan man förvänta sig en snabbare nedbrytning än på friland. Luftfuktigheten ligger i allmänhet högre i växthus än vad den gör utomhus.

6.11 Andra faktorerers påverkan

Då det gäller nedbrytning av kemikalier i en grönsaksodling jämfört med i en krukväxtodling är den stora skillnaden antalet spruttillfällen under ett år. Inom krukväxtodlingen är frekvensen av spruttillfällen betydligt större än inom grönsaksodling, vilket bör innebära en större risk för ackumulering av bekämpningsmedel i en krukväxtodling jämfört med en grönsaksodling, särskilt om nedbrytningen är långsam.

Att flera preparats nedbrytning hämmas av högt pH är särskilt intressant att notera, eftersom betong är ett material med högt pH och det 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 har pH 13 och slutligen gammal betong som varit torr under lång tid, men blivit blöt senare troligen har pH 9-10.

6.12 Bekämpning kontra växthusens utformning

Hur mycket sprutvätska som hamnar utanför sprutmålet beror på appliceringsteknik, vätskemängd, tryck, kulturens storlek/utformning, sprutförarens exakthet mm. Växthusets utformning har sannolikt betydelse för var avsättning av sprutvätska sker. I låga växthus kommer troligen en större del av avsättningen att ske på täckmaterialet än vad som är fallet i höga växthus. Befinner sig kulturen på golvet är det troligt att mindre av sprutvätskan hamnar på takkonstruktioner än om en hög grönsakskultur besprutas.

Det är vanligt att energi/skuggväv dras för ovan kulturen vid sprutning av krukväxter och man kan till följd av detta förvänta sig en avsättning av sprutvätska på väven. Troligen blir avsättning på växthusets täckmaterial då lägre än vad den skulle bli utan fördragen väv. Vid dimning av preparat sker applicering från en eller några få ställen i växthuset och dimman fördelas med hjälp av fläktar så att hela växthuset blir behandlat. Avsättning kommer då att kunna ske på alla konstruktioner i växthuset inkl. täckmaterial och markyta.

6.13 Referenser

Aislabie, J. and Lloyd-Jones, G. 1995. A review of bacterial-degradation of pesticides. Australian Journal of Soil Research 33(6) 925-942.

PPDB, Pesticide Properties Data Base,
<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/projects/ppdb/index.htm> (Hämtad 2013-05-24 till 2013-06-04).

7 Kunskapsläget om läckage från växthus – litteraturstudie

7.1 Inledning

Litteratur och forskningsresultat om läckage av växtskyddsmedel från växthus har hittills varit begränsad, eftersom problemet inte har observerats, eller åtminstone inte har förts upp på dagordningen. Ett antal rapporter från 2007 och framåt visar dock entydigt att det även från växthus förekommer läckage av växtskyddsmedel. Rapporterna kommer från Norge, Sverige och Nederländerna. I dessa rapporter påvisas föroreningarna och de kan i många fall knytas till växthusproduktionen.

Däremot har läckagevägarna inte närmare studerats. Vissa forskare tog upp ämnet 2004 och 2005, men då i formen av modeller och beräkningar och inte genom mätningar i vattendrag. I andra sammanhang skedde forskning om hur näringsämnen läckte från växthus, men man noterade inte att samma läckagevägar kunde gälla även för växtskyddsmedel. Enskilda substanser har studerats i samband med registreringsförfarande, men har inte fått genomslag generellt.

För lantbruksproduktionen har stora insatser gjorts tidigare, t.ex. genom arbetsgruppen FOCUS om olika aspekter på växtskyddsmedlens nedbrytning och spridning i miljön, med stora satsningar på både ytvatten och grundvatten.

En EU- och industrifinansierad satsning på punktkällor (TOPPS) gav runt 2005 många ovärderliga uppslag om hur läckage från sådana källor till vattendrag kan minimeras. Projektet var inriktat på lantbruk. En studie, inriktad på krukväxtproduktion genomfördes i Sverige. Resultatet omfattade analys och åtgärdsförslag, som har presenterats (Löfkvist & Svensson, 2010; Löfkvist & Svensson, 2012b).

Som framgår nedan har EFSA (European Food Safety Authority) de senaste åren startat ett utredningsarbete kring läckage från växthusodlingar. Många holländska forskare och forskningsinstitut har engagerats. Detta arbete har redan resulterat i flera rapporter. Beräkningsmodeller för spridningsvägar och för utsläpp av föroreningar har studerats, där besprutning, bevattning, ventilation etc. behandlas. Många av resultaten är generaliserbara, men det är också tydligt att de holländska förutsättningarna kan vara specifika och inte tillämpbara för Sverige.

7.2 Bakgrund

Växthusodlingen har i många fall inte berörts av frågor som gäller yttre miljöproblem med anknytning till kemiska växtskyddsmedel. En viktig anledning har förmodligen varit att arealen under glas, åtminstone i Sverige, är försumbar, jämfört med fältodlingen. Dessutom har odling inom en byggnad betraktats som sluten och isolerad från omgivningen. Myndigheter inom EU-

länderna har använt liknande betraktelsesätt, och har vid registrering ej beaktat potentiella miljörisker som läckage eller vindavdrift.

Dessvärre har detta synsätt visat sig vara felaktigt. Redan 2005 förde Teunissen (2005) fram resultat från ett antal holländska växthusområden. Mätningarna, som genomförts 2000 – 2004, visade att koncentrationen av substanser från bekämpningsmedel regelmässigt överskred de holländska standardvärdena (rekommenderade gränsvärden för ytvatten), i vissa fall med 100 gånger. Holländska vattenmyndigheter redovisar dessutom mätningar i Zuiderzeeland från 2006 och 2007, där koncentrationerna fortfarande ligger på höga nivåer (refererat i Vermeulen *et al.*, 2010).

Andra undersökningar i bl.a. Nederländerna, Norge och Sverige förstärkte bilden av förekomster av bekämpningsmedel i ytvattendrag i anslutning till och med koppling till växthusproduktion (Roseth, 2007; Roseth *et al.*, 2009; Kreuger *et al.*, 2009; Kruger, 2008).

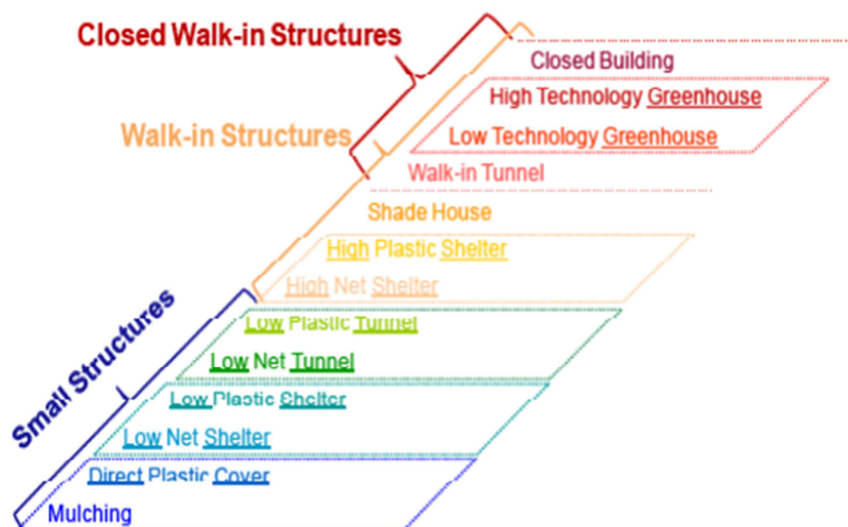
Riskerna i samband med hantering av bekämpningsmedel i växthus har redovisats i några svenska studier. Det visade sig att det fanns en hel del situationer som kunde innebära risker för punktutsläpp och läckage. Arbetet visade också att det saknades anpassat informationsmaterial till såväl rådgivningsinsatser som behörighetsutbildningar, eftersom kunskapen om åtgärder och insatser mestadels dominerades av fältodlingens förutsättningar. (Svensson & Löfkvist, 2007; Löfkvist *et al.*, 2009).

Frågan om det sker något läckage av växtskyddsmedel från plantproduktion i växthus är relativt ny. Forskningstraditionen är därför begränsad inom ämnet.

7.3 Arbete genom EFSA:s försorg

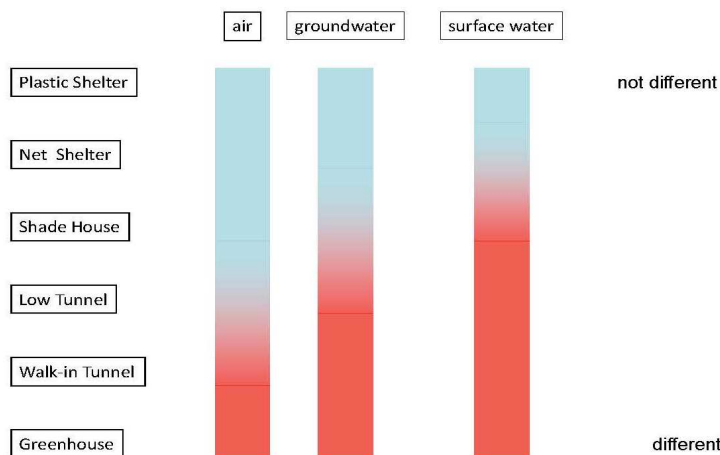
Sedan några år pågår ett arbete inom EFSA kring miljöriskbedömningar av växtskyddsmedel som används i växthusproduktion.

En första slutsats som gjorts är att det saknas passande definitioner för växthusområdet. I en EFSA-rapport (2010c) görs den första ordentliga genomgången av riskerna för läckage från odling under glas, i vilken det sätts ord och bild på de olika produktionsformerna. EFSAS arbete inriktar sig på hela skalan från enkel marktäckning till högteknologiska växthus, t o m odlingskammare (se figur 7). Den engelska beteckningen, 'protected crop systems', förefaller också mer exakt än de svenska beteckningarna växthus och odling under glas.



Figur 7. Den strukturindelning av växthus, som EFSA arbetar efter (EFSA, 2010c).

I rapporten redovisas undersökningar om de existerande riskbedömningsmodellerna för fältodling skulle kunna appliceras på växthus. Figur 8 illustrerar eventuella likheter som kan finnas mellan växthus och fältodling (EFSA 2010c).



Figur 8. Förmodade likheter i fråga om emissionsvägar mellan växthus av olika karaktär och fältodlingen (EFSA, 2010c)

I samband med en EFSA-workshop 2009 konstaterades att det behövdes mer underlag. Det noterades att det förmodligen finns föroreningar som hänger mer ihop med företagets driftsformer än med de enskilda ämnenas egenskaper. Workshopen finns redovisad i EFSA (2010a). Resultaten av workshopen blev dels ett beslut om att gå vidare med att göra omfattande undersökningar, dels att en definierad struktur behövs kring vad som ska anses falla inom begreppet växthus/covered crops. Spännvidden är som sagt mycket stor och behöver struktureras och grupperas. En preliminär slutsats blev att de mest primitiva växthusen har stora likheter med fältodlingen samt att high-tech-växthus

förmodligen skiljer sig så mycket från fältodlingen att särskilda riskbedömningsmodeller borde utvecklas.

Genom insamling av statistik från hela EU:s växthusbestånd har en ”coding manual” tagits fram av EFSA. I denna har olika faktorer kopplat till växthusproduktion kodats i syfte att i förlängningen skapa en gemensam första struktur, en riskbedömningsmodell (EFSA, 2010b).

De första försöken att definiera emissionsvägarna redovisas i rapporten EFSA (2010c). Emission till/via luft kopplades till ventilationsaspekterna. Forskning om avdunstning från växter, som funktion av preparatens egenskaper, temperatur, luftväxlingar etc. refereras i rapporten. Det slogs i detta sammanhang fast att skugghallar och andra utrymmen av nätkonstruktion inte skall tillhöra växthus, utan hänföras till fältodling.

Att bedöma föroreningsvägarna genom att följa vattnets väg har i Holland varit framgångsrikt. I rapporten redovisas bevattningsstrategier. Recirkulerande system förs fram som ett slags lösning på emissionerna. Samtidigt resoneras kring att höga natriumhalter i råvattnet i Holland och det medföljande behovet av utsköljning i kombination med recirkulerande system mycket väl kunde medföra en ökning av föroreningarna (EFSA, 2010c). Kondensvatten har avhandlats i några länder. I Holland är det t.ex. obligatoriskt att samla upp kondensvattnet. Denna faktor måste beaktas.

Omfattningen av arbetet, att på något sätt kvantifiera eller beskriva riskerna, samt att ’*protected crops systems*’ inom sig omfattade en mycket stor variation i förutsättningar innebar att EFSA drog slutsatsen att mycket fördjupningsarbete återstod.

Emissionsvägarna fick en mycket omfattande genomgång i en annan EFSA-rapport (EFSA, 2012a). Redovisningen utgjordes av ett antal exempel, där plats, teknisk konstruktion, odlingsystem, mark (om tillämpligt), temperaturregion och vattenbalans, gröda, samt egenskaper hos växtskyddsmedlet kombinerades. Även det sätt som det appliceras på ingick i exemplets förutsättningar. Exempel valdes där förutsättningarna och sambanden var någorlunda kända. Syftet var också att så långt som möjligt att jämföra med fältodling. Platserna, dit exemplen förlades är Murcia (Spanien), Sicilien (Italien), Venlo (Holland) och Westland (Holland). För de två första exemplen studerades emission via/till luft och för de två senare studerades emission till grundvatten, respektive ytvatten. Vid genomgången gavs också möjlighet att definiera olika emissionsvägar. Denna lista är central för att beskriva riskprofilen för respektive växthustyp/odlingsform och är en viktig struktur för framtida överväganden (se vidare under rubriken 7.4.1 Emissionslista).

I rapporten redovisas vilka olika modeller som har använts; i vissa fall med omfattande modifieringar (EFSA, 2012a). Härigenom var det möjligt att börja simulera och få kunskap om vilka faktorer som dominerade utfallet (en slags känslighetsanalys).

Genomgående fanns i de tidigare arbetena en stark förhoppning om att det skulle räcka med mindre justeringar av existerande modeller för att växthusen skulle täckas in av gällande regelverk. Rapportens exempel resulterade i att det fanns en potentiell risk för förorening och att riskanalysen måste göras. I vissa fall kunde förmodligen fältanalysens riskmodeller tillämpas, men det finns definitivt situationer, där speciella riskanalyser måste utvecklas.

7.4 Europeisk statistik, inhämtad av EFSA

EFSA genomförde en omfattande inventering av den europeiska växthusarealen, fördelad på land, regioner, kultur (gröda) och teknisk konstruktion (EFSA, 2012a). Det har visat sig svårt att samla in relevanta uppgifter, särskilt kring de ”mindre strukturerna” (’not walk in’ – mindre tunnlar). Detta beror förmodligen på att dessa anläggningar har en så temporär användning. Detta gällde samtliga europeiska länder.

Uppgifter om växthusarealer, kulturer (grödor) och teknisk standard samlades in zonvis. Dessutom delades de stora kulturerna in i följande fyra grupper:

- Tomat, paprika och aubergine
- Gurka och liknande
- Sallat och liknande
- Snittblommor och krukväxter

Summan av arealen för dessa fyra stora kulturgrupper fördelar sig på följande sätt för de tre zonerna:

- Norra zonen: 2 % (~ 1 500 ha)
- Centrala zonen: 32 % (~ 25 000 ha)
- Sydliga zonen: 66 % (~ 51 500 ha)

I nedanstående tabell 5 redovisas arealerna för samma dominerande kulturer, land för land eller region för region. Redovisade ”täthet” betyder m² växthus per 100 ha nationell landyta. Sverige får då det näst lägsta värdet i Europa, med 3,7 m² växthus/ 100 ha (Lettland lägre). I den norra zonen är det Danmark som har högst värde på 86,3 m²/100 ha. Allra högst är Nederländerna med 2508 m²/100 ha.

I rapporten (EFSA, 2012a) gavs också en ingående genomgång av de olika emissionsvägarna, deras kombinationsmöjligheter med respektive recipient och vilka simuleringsmodeller som kan vara möjliga/tillämpliga. En första kategorisering föreslogs också, för att undvika de 8400 kombinationer, som den första struktureringen ledde till (5 receptorer, 6 konstruktionstyper, 5 appliceringsmetoder, 4 odlingssystem och 14 emissionsvägar). Se vidare under rubriken 7.4.1 Emissionslista.

Tabell 5. Arealer för växthus och växthusliknande strukturer i de 27 EU-länderna, grupperade efter de tre zonerna (EFSA, 2012a).

Country	Total area of closed walk-in structures					Land area	Density of closed Walk-in structures				
	Sum	Solanacea	Cucurbits, edible peel	Lettuce	Cut flowers and pot ornamentals		Sum	Solanacea	Cucurbits, edible peel	Lettuce	Cut flowers and pot ornamentals
	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[km ²]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]	[ppm]
Northern Zone	1462	406.4	315.8	60.6	679.3	1234786	11.8	3.3	2.6	0.5	5.5
Denmark	391	45.8	40.3	15.4	289.8	45349	86.3	10.1	8.9	3.4	63.9
Estonia	253	159.2	84.0	0.0	10.0	43432	58.3	36.7	19.3	0.0	2.3
Lithuania	94	10.1	30.3	3.4	50.0	62678	15.0	1.6	4.8	0.5	8.0
Finland	387	121.2	79.2	26.1	160.0	304473	12.7	4.0	2.6	0.9	5.3
Norway	168	32.2	21.1	5.6	109.5	306252	5.5	1.1	0.7	0.2	3.6
Sweden	152	37.0	54.6	10.2	50.0	410313	3.7	0.9	1.3	0.2	1.2
Latvia	17	0.9	6.2	0.0	10.0	62290	2.7	0.1	1.0	0.0	1.6
Central Zone	24994	8708.7	3089.8	2660.1	10535.2	1762263	141.8	49.4	17.5	15.1	59.8
Netherlands	8473	3053.9	625.7	165.0	4628.3	33784	2508.0	904.0	185.2	48.8	1370.0
Belgium	2906	635.0	99.0	1532.0	640.0	30328	958.2	209.4	32.6	505.1	211.0
Poland	5114	2395.9	1257.3	31.2	1430.0	312685	163.6	76.6	40.2	1.0	45.7
Romania	2339	1478.0	536.0	35.0	290.0	229954	101.7	64.3	23.3	1.5	12.6
Slovenia	158	45.9	10.0	61.9	40.0	20141	78.3	22.8	5.0	30.7	19.9
United Kingdom	1435	269.0	103.0	233.0	830.0	196708	73.0	13.7	5.2	11.8	42.2
Slovakia	311	186.9	84.0	0.0	40.0	49034	63.4	38.1	17.1	0.0	8.2
Austria	452	90.6	78.8	82.5	200.0	82459	54.8	11.0	9.6	10.0	24.3
Germany	3239	358.6	268.5	514.7	2096.9	634285	51.1	5.7	4.2	8.1	33.1
Hungary	453	191.7	26.7	4.9	230.0	93031	48.7	20.6	2.9	0.5	24.7
Luxembourg	10	0.0	0.0	0.0	10.0	2586	38.8	0.0	0.0	0.0	38.7
Czech Republic	104	3.1	0.8	0.0	100.0	77269	13.4	0.4	0.1	0.0	12.9
Southern Zone	51570	26068.2	7339.4	7812.5	10350.0	1776856	290.2	146.7	41.3	44.0	58.2
Italy	20006	9090.1	5001.0	1804.4	4110.0	295113	677.9	308.0	169.5	61.1	139.3
Spain	21829	12536.7	1162.9	5559.5	2570.0	505997	431.4	247.8	23.0	109.9	50.8
Greece	4821	3152.5	1123.5	54.7	490.0	130714	368.8	241.2	86.0	4.2	37.5
Portugal	1335	624.9	0.0	0.0	710.0	91947	145.2	68.0	0.0	0.0	77.2
Cyprus	131	20.3	13.5	6.8	90.0	9250	141.1	21.9	14.6	7.3	97.3
Bulgaria	579	491.3	23.0	4.6	60.0	111002	52.2	44.3	2.1	0.4	5.4
France	2871	152.4	15.6	382.6	2320.0	632834	45.4	2.4	0.2	6.0	36.7

7.4.1 Emissionlista

EFSA har med hjälp av europeiska forskare och utredningsarbete strukturerat de tänkbara emissionerna (2012a) enligt nedan:

- E1 Vindavdrift vid sprutning
- E2 Gasformig emission vid sprutning
- E3 Gasformig emission pga ventilation
- E4 Långsiktig gasformig emission genom läckage
- E5 Långsiktig gasformig emission genom reglerade öppningar
- E6 Läckage genom marken
- E7 Utsläpp från tank
- E8 Utsläpp tvättvatten (filtertvätt)
- E9 Utsläpp från styrd kondens

- E10 Utsläpp från ej styrd kondens
- E11 Avrinning från marken till vatten/jord
- E12 Bortforsling av skörd och annan biomassa
- E13 Bortforsling av odlingssubstrat eller annan fast odlingsmedia
- E14 Bortforsling av plast

Av dessa är E1 – E5 kopplade till förorening till eller via luften. I denna förstudie har denna emissionsväg inte studerats. Stanghellini (2009) har studerat dessa fenomen närmare. Det tycks som om dessa faktorer inte medför högre emissionsnivåer än vad som uppstår i fältodling.

Emissionerna E6 – E11 handlar om läckage till eller via vatten och är centrala för det nu redovisade förstudien.

Emissionerna E12 – E14 omfattar emissioner som framför allt följer varuflödet eller avfall från företaget. EFSA tar inte upp denna del i sina överväganden.

Dagens kunskapsläge ger endast utrymme för att göra i huvudsak samma överväganden för receptorn luft i växthussektorn, som i fältodling. Det finns exempel på simuleringar där emissionen från växthus till luft överskred fältodlingen, både i EU:s centrala och sydliga zoner. Eftersom det handlade om simuleringar, borde resultatet endast ses som en indikation och inte som reellt resultat. Trots detta hävdades att det borde vara intressant att utveckla modeller även för denna del.

Ett antal simuleringsmodeller redovisades och olika modifieringsmöjligheter identifierades. Att reducera de många emissionsvägarna har hög prioritet. I samma rapport redovisas en genomgång av de olika kombinationerna (EFSA, 2012a). Efter grundliga genomgångar återstod fyra fall, se tabell 6. EFSA har satt högsta prioritet att utveckla korrekta och stabila simuleringsmodeller och därmed riskbedömningar för dessa fyra scenarier.

Dessa fyra fall återkommer i EFSA (2013) och kan anses som relevanta för svenska förhållanden, även om de två alternativen med markodling i princip inte finns i Sverige.

Tabell 6. EFSA:s förslag i form av fyra scenarier för växthus och tunnlar med ståhöjd (EFSA, 2013).

Konstruktion	Odlingssystem	Appliceringsmetod	Emission	Receptor
Växthus	Mark, ingen recirkulation	Sprutning	Läckage/dränering Kondensation Gasfasemission vid applicering	Grundvatten Ytvatten
Tunnel med ståhöjd	Mark, ingen recirkulation	Sprutning	Gasfasemission vid applicering Vindavdrift Läckage/dränering Kondensation	Grundvatten Ytvatten
Växthus	Substrat med recirkulation	Droppbevattning, Sprutning	Utsläpp Kondensation	Ytvatten
Växthus	Substrat utan recirkulation	Droppbevattning, Sprutning	Utsläpp Kondensation	Ytvatten

7.4.2 Workshop 2012

En workshop, arrangerad av EFSA och Wageningen UR genomfördes i Bleiswijk, Nederländerna, i april 2012 (CTGB, 2012). Workshopen hade 35 deltagare från de flesta av EU:s länder, EU-kommissionen, EFSA och ECPA (European Crop Protection Association). De flesta representerade myndigheter som har i uppgift att registrera växtskyddsmedel. Bland deltagarna fanns också forskare och representanter för de holländska växthusodlarna. Den nederländska gruppen hade redan lagt ner avsevärt arbete i frågan och det blev också holländska frågeställningar som till stor del dominerade workshopen.

Slutsatserna från workshopen var att:

- tidigare uppfattningar om ”de täta växthusen” måste revideras
- mer utredningsarbete fordras
- det finns ett behov av en harmoniserad vägledning, som bygger på ett antal testade och utvärderade modeller.

7.5 Aktuell uppfattning hos EFSA

Den senaste publikationen från EFSA är daterad juni 2013 (EFSA, 2013) och är ett förslag som EFSA har sänt ut och önskar synpunkter på. I rapporten föreslås vilka riskbedömningar som bör göras för respektive tillämpning och recipient. När det gäller emission till marken, är underlaget uppdelat, beroende på om växthuset kan anses vara permanent eller ej. För icke-permanenta anläggningar föreslås att samma bedömningar skall göras som för fältodling. För permanenta anläggningar skall en riskbedömning göras endast för de mest persistenta ämnena ($\text{DegT90} > 1$ år).

Risken för förorening av grundvatten beror på odlingsklimatet, växthusets egenskaper och växtskyddsmedlets egenskaper. I normalfallet skall växthusodlingens riskbedömning göras på samma sätt som fältodlingens. Undantagen är större tunnlar och växthus. Som tidigare nämnts, föreslås emission till luft att följa riskbedömningen för fältodling.

För grundvattenläckage anges ett scenario för en markodlad tomatkultur med italienska förutsättningar. Det är tveksamt om detta är relevant i svensk odling och det är svårt att förstå vilken odlingsform som är jämförbar.

Risken för förorening av ytvatten hanteras enligt samma grundregel, d.v.s. fältodlingens riskbedömning skall gälla, med undantag endast för större tunnlar, växthus och odlingskammare.

Växthusens viktigaste emissionsväg till ytvatten anges som ytlig dränering, kondensvatten och utsläpp av recirkulerande bevattningsvatten. För substratodling anges att den viktigaste faktorn för ytvattenförorening är behovet av att släppa ut recirkuleringsvatten vid höga Na-halter. En viktig synpunkt är att detta är en speciellt holländsk aspekt, som inte har samma relevans i Sverige, där råvattnet har betydligt högre kvalitet (låg Na-halt).

För riskbedömning av läckage till ytvatten föreslår EFSA två modellscenarier (EFSA, 2013):

- Ett dräneringsscenario för en markodlad snittkryssantemum med holländska förutsättningar
- Ett scenario för substratodling av snittrosor med utsläpp av förorenat vatten till ytvattenrecipient (holländska förutsättningar)

7.6 Forskning i Nederländerna

En holländsk arbetsgrupp om 12 forskare utarbetade en viktig rapport, för att utreda lämpliga ingångsvärden i registreringsprocessen (Vermeulen et al., 2010). Även information och underlag om riskerna för förorening av framför allt **ytvatten** samt utveckling av ett angreppssätt i form av verktyg och scenarier som kan användas i registreringsprocessen ingår i rapporten.

Hittills gällande utgångspunkt, att 0.1 % av den tillförda mängden hamnade i ytvattnet, användes i riskanalysen för att bedöma riskerna för vattenlevande organismer. Värdet härrörde från 80-talet och gällde alla typer av växthus, odlingsystem och kulturer. För odling i marken, användes samma antaganden som för fältodling, med sikte på att skydda **grundvattnet**.

Det framgår av tidigare redovisning (Teunissen, 2005) att holländskt kanalvatten kunde uppvisa halter av växtskyddsmedel som vida översteg rekommendationerna ("standardvärdena"). Detta gällde tyvärr både i områden med gamla och nya växthus. Det fanns en förhoppning om att introduktion av mer moderna växthus skulle minska utsläppen. Halterna av växtskyddsmedel i

ytvattnet indikerade att läckaget var betydligt högre än vad det borde vara om 0.1%-värdet hade varit ett korrekt antagande för registreringen.

På följande sätt rangordnar Vermeulen et al. (2010) orsakerna till emissionen, baserad på respektive vattenflöde. Värdena nedan gäller odling i substrat – s.k. soilless production.

1. Utsläpp av recirkuleringsvattnet:	1500 – 2000 m ³ /ha*
2. Kondensvatten (om det inte återanvänds):	1000 m ³ /ha**
3. Utsläpp av vatten från filterrengöring:	250 m ³ /ha
4. Allmänt läckage – antas vara ca 1.5 % av vattentillförseln:	150 m ³ /ha
5. Utsläpp i samband med kulturslut (grönsaker):	60 - 80 m ³ /ha
6. Tvätt och sanering (en gång per år):	10 m ³ /ha
7. Överflydd av regnvattenbassäng (återfylld m recirkvatten)	***

* Medvetet utsläpp av bevattningsvatten, det som kallas 'discharge', har bedömts stå för den helt klart största delen. Författarna uppskattar att den kan variera mellan 25 – 3000 m³/ha, år. Beräkningar visar dock att för att täcka in 90 % av omfattningen kan det ansättas ett värde på mellan 1500 – 2000 m³/ha, år

** 1 liter/m² under 100 dag/år

***Tas ej upp i detta sammanhang

Det skall också tilläggas att eventuellt läckage från odlingskammare ej var inräknat, vindavdriften till ytvatten betraktas som försumbar samt att markodling ej beaktades.

Anledningarna till de stora utsläppen ligger i svårigheten att hantera Na-halterna. I en presentation av van Os et al. (2011) redovisas ett exempel med rosodling, före och efter användandet av råvatten, producerad genom omvänd osmos. Värdena gäller 1 ha och med ett natrium-gränsvärde på 4 mmol/l för utsläpp.

Regnvatten: 500 m³

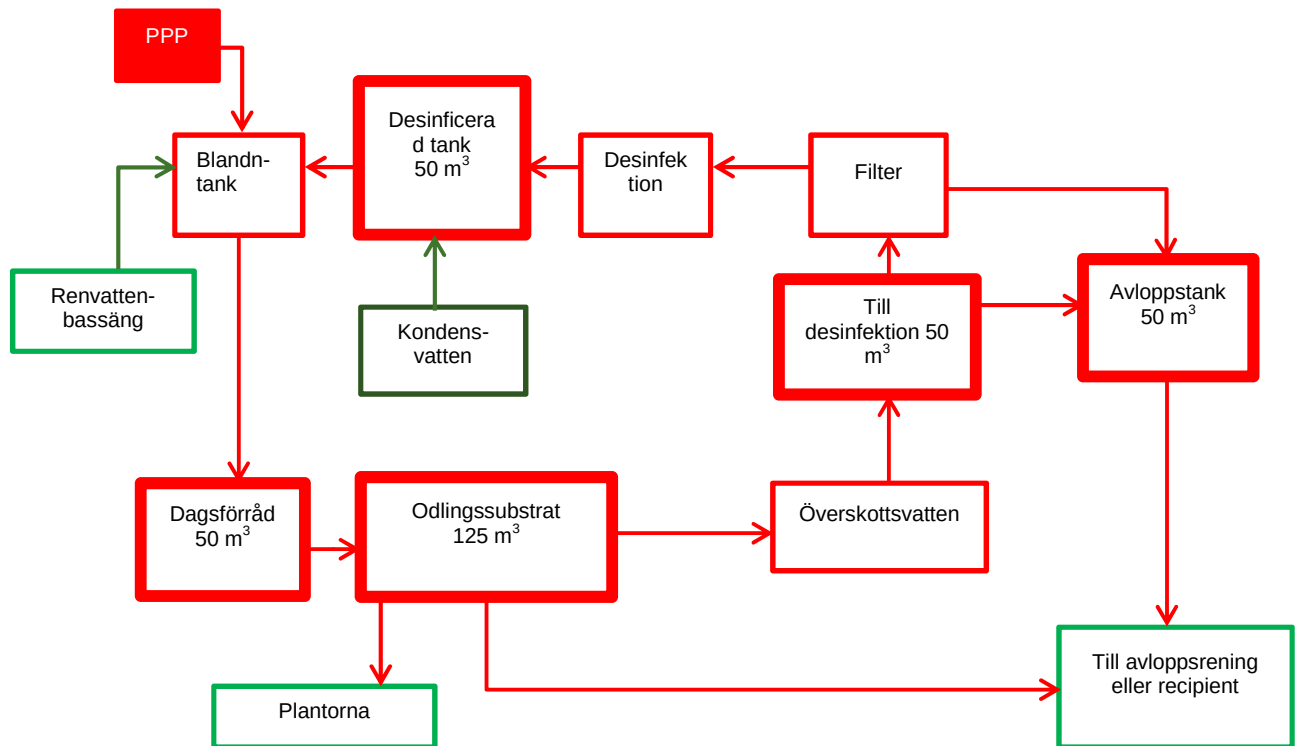
Tillskott av råvatten med 1,8 mmol Na/l

25 % dränering

Torrt år, dvs 500 mm nederbörd

Till odlingen användes 12 230 m³ och för att klara natriumgränsen, måste 2 200 m³ släppas ut i närliggande ytvatten. Om råvattentillskottet ersattes av vatten från omvänd osmos, skulle utsläppet sjunka till 527 m³, alltså en betydande förbättring. Det framgår också av van Os et al. (2012) att det kommer att bli mycket svårt för en del odlingar att klara av de kommande normerna – och på samma sätt – hur vissa knappast kommer att beröras.

I den först nämnda rapporten (Vermeulen et al, 2010) har också de olika vattenflödena identifierats med potentiella läckagevägar noterade, se figur 9 och 10.



Figur 9. Flöde av vatten, näring och PPP för odling i substrat, när växtskyddsmedlen tillförs genom bevattningssystemet. De större tankvolymerna eller motsvarande har markerats och angivits (m³/ha) (Vermeulen et al, 2010).

En av flera modeller för det principiella läckaget har presenterats. Den ursprungliga bilden nedan är hämtad från Vermeulen et al. (2010). Den är kompletterad med hänsyn till svenska förhållanden.

De holländska forskarnas slutsatser av modellarbetet (Vermeulen, et al., 2010):

- Den hittills använda ansatsen om 0.1 % läckage är en underskattning
- Regnvattenbassängens volym har en stor inverkan på behovet av utsläpp
- Råvattnets kvalitet har stor inverkan
- Behovet av utsläpp påverkas även av respektive kulturs toleransnivå för Na.
- Utsläppet till ytvattenrecipient blir mindre under ett år med stor nederbörd

Hur skall utsläppen minskas?

- Öka regnvattenbassängernas storlek och skaffa bättre råvatten genom mer insats av omvänd osmos
- Öka recirkuleringsgraden genom avancerade reningssystem för recirkulerande system

Filterrengöringen var en annan viktig faktor. Här kan läckaget minskas genom att använda rent vatten för spolning, i stället för recirkuleringsvattnet. Vidare är det möjligt att i kombination med en större avloppstank få en längre uppehållstid (och förväntad nedbrytning).

7.7 Topps (Train the Operator to Prevent Pollution from Point Sources)

Topps är ett europeiskt samarbetsprojekt. Det startade 2005 med ett 3-årigt projekt, finansierat av Life (EU) och ECPA (European Crop Protection Association – branschorganisationen för tillverkare av växtskyddsprodukter) för att minska förlusterna av växtskyddsmedel till vatten genom punktkällor. Fortsättningen blev Topps EOS (2010), för att utvärdera hur sprutors olika tekniska utformning kunde bidra till en miljöfördel. Följande projekt, Topps Prowadis (Protecting Water from Diffuse Sources, 2011 - 2014), fokuserar på reduktionen av diffusa källor. Topps Prowadis finansieras av ECPA och involverar 14 partners och genomförs i 7 EU-länder. Ett omfattande resultat finns tillgängligt på www.topps-life.org och på <http://www.ecpa.eu/> (sök på 'Prowadis'). Sverige och svenska intressenter har varit engagerade i Topps EOS (Visavi AB).

Topps och dess uppföljande projekt har helt varit inriktade på fältodlingens problem.

Det skulle vara intressant om växthusens emissioner kunde engagera samverkans- och informationsprojekt på samma sätt som fältodlingen har tagits upp i Topps och dess efterföljare. I ett arbetsmaterial hämtat från en EU-ansökan, daterat 2008, föreslås ett omfattande program som omfattar både punktkällor och diffus spridning av växtskyddsmedel (Anonym, 2008).

Ansökan har förmodligen inte lämnats in, men på ECPA:s hemsida finns formuleringar som tyder på att ämnet fortfarande är intressant (ECPA, 2013; TOPPS, 2013).

7.8 Övrig forskning

Det finns norsk forskning som handlar specifikt om läckage från växthus. I rapporterna redovisas hur det genom provtagning i vattendrag nedströms växthusanläggningar har kunnat påvisas 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; d.v.s. om det rör sig om punktkällor eller diffus förorening (Roseth et al., 2007; Roseth, 2009). I Roseth et al. (2012) utvidgas ämnesområdet, då en studie från Norge och Australien presenteras. Ämnet endosulfan är i fokus, framför allt som förorening av vatten och jord, både från växthus och från fältodling.

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.

7.9 Synpunkter

EFSA:s insamlade statistik från hela EU är imponerande, men i den anges ytor och kulturer, inte odlingssystem och teknisk standard (EFSA, 2012a). Både i EFSA:s arbete och i övrig forskning är det knapphändigt med orsakssamband. I EFSA (2010b) föreslås en 'coding manual' som dock innebär en så hög detaljeringsgrad att den blir orimlig. Inledningsvis redovisades mätningar i framför allt ytvatten. Det är endast i Holland som det satsats större forskningsresurser för att utreda anledningarna till dessa fynd. I den norska och svenska rapporteringen anges vissa uppenbara orsaker till läckage. I andra fall förs troliga orsaker fram.

EFSA:s material domineras av holländska förutsättningar och mycket, dock inte allt, är tillämpligt i svensk växthusproduktion. En anledning till den holländska dominansen är förmodligen att bakgrundsinformation kommer från en mycket väl underbyggd utredning beställd av EFSA, med forskare från holländska och brittiska forskningsinstitut. (Beulke, 2011). För grund- och ytvatten är det i de flesta fall holländska förutsättningar som har använts i emissionsberäkningarna.

När det gäller relevanta kombinationer av läckagevägar väljs den logiska kombinationen odling i substrat (med eller utan recirkulation) + läckage till golv bort. Denna invändning har även svenska KemI fört fram (EFSA, 2012b). Från EFSA:s sida görs bedömningen att det på grund av högre temperatur i

växthuset, sker avdunstning innan läckage bedöms hinna ske samt att den höga temperaturen också gynnar en snabbare nedbrytning än för fältodlingen. Detta resonemang bygger dock på att bevattningen ligger på en optimal nivå, d.v.s. att överskottsvatten på golvet undviks.

I redovisningen av det andra exemplet, snittblommor i substrat, med recirkulering, verkar förutsättningarna ha förbättrats anmärkningsvärt i förhållande till tidigare redovisningar, speciellt vad gäller råvattenkvalitet som redovisas av Vermeulen et al.(2010) och van Os & Vermeulen (2011). I detta exempel finns tillgång till extra stora regnvattenbassänger och råvatten, renat med omvänd osmos (EFSA, 2013). Det uppstår därför inget behov av att släppa ut förorenat recirkuleringsvatten, något som tidigare har förts fram som den absolut största föroreningskällan i alla holländska recirkulerande system. Tvätt av filter kvarstår som den enda föroreningskällan med relevans i detta fall.

Följs redovisningen till branschen i Holland, ges ett tydligt intryck att det just är problemet med det kontrollerade utsläppet till ytvatten som är högst prioriterat. Det arbetas med forskning och utveckling tillsammans med växthus- och vattenreningsbranscherna för att få fram mer effektiva reningssystem för vatten med hög natriumhalt. I den praktiska odlingen är det inte enbart natriumhalten som är en anledning till kontrollerat utsläpp, utan även ansamling av växtpatogener och obalans i näringsinnehållet. Detta är också föremål för intensiv forskning och utveckling (van Os, 2009; Beerling et al., 2011; Beerling, 2011a; Beerling, 2011b; Arkesteijn, 2012; van der Maas et al., 2012; van Os et al., 2012).

I många av EU:s medlemsländer finns en riklig tillgång på råvatten av god kvalitet (låg Na-halt), speciellt i de norra och centrala områdena. Där finns inte problemen med höga natriumhalter.

7.10 Referenser

Anonym, 2008. Project title: Train the operators to prevent water pollution from plant protection products (PPP) in greenhouse and non-agricultural uses.

4 s

Arkesteijn, M. 2012. Waterstofperoxide en UV-ontsmetter werken samen extra effectief. Onder Glas, Nr 10, okt 2012

Beerling, E. 2011a. Reducing pesticide emission from greenhouses: a joint agenda setting. IOBC/wprs Bulletin, Vol. 68, 2011: 5-9

Beerling, E. 2011b. Knowledge Day Water: Emission restriction is a joint responsibility. Website: <http://www.wageningenur.nl/en/show/Knowledge-Day-Water-Emission-restriction-is-a-joint-responsibility.htm>

Beerling, E., Voogt, W., Vermeulen, T. & Verkerke, W. 2011. Complying with Society's Demands - Solving the Emission Problem Caused by Irrigation Surplus in Greenhouses. Proc. 6th IS on Irrigation of Hort. Crops (Eds.: S. Ortega-Farias and G. Selles). Acta Hort. 889, ISHS 2011ECPA. 2013. The TOPPS Project and other ongoing water protection activities. Websida, available online: <http://www.ecpa.eu/page/water-protection>

Beulke, S., van Beinum, W., Glass, R., van Os, E., Holterman, H.J., Sapounas, A., Voogt, W., van de Zande, J., de Zwart, F. & Garratt, J. 2011. Estimation / calculation of emissions of Plant Protection Products from protected crops (greenhouses and cultivations grown under cover) to support the development of risk assessment methodology under Regulation (EC) N° 1107/2009 and Council Directive 91/414/EEC. Question number: EFSA-Q-2010-00830

CTGB. 2012. International Workshop on Covered Crops - PPP risk assessment and management of emissions. 26-27 April, 2012, Bleiswijk, The Netherlands

EFSA. 2009. Outcome of the Public Consultation on the Project Plan for the Development of a new Guidance Document on emissions from protected crops systems. EFSA Scientific Report (2009) 284, 1-11. Available online: www.efsa.europa.eu

EFSA. 2010a. Report on the PPR stakeholder workshop PROTEA on pesticide emissions from protected crop systems. EFSA Journal 2010; 8 (2):1509. [31 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2010.1509. Available online: www.efsa.europa.eu

EFSA 2010b. Data Collection of Existing Data on Protected Crop Systems in the European Member States - Coding Manual. EFSA Journal 2010; 8(3):1568 [81 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2010.1568. Available online: www.efsa.europa.eu

EFSA 2010c. EFSA Panel on Plant Protection Products and their Residues (PPR); Scientific Opinion on emissions of plant protection products from greenhouses and crops grown under cover: outline of a new guidance. EFSA

Journal 2010; 8(4):1567. [44 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2010.1567. Available online: www.efsa.europa.eu

EFSA. 2012a. EFSA Panel on Plant Protection Products and their Residues (PPR); Scientific Opinion on clustering and ranking of emissions of plant protection products from protected crops (greenhouses and crops grown under cover) to relevant environmental compartments. EFSA Journal 2012;10(3):2611. [86 pp.] doi:10.2903/j.efsa.2012.2611. (Available online: www.efsa.europa.eu/efsajournal)

EFSA. 2012b. Outcome of the Public Consultation on the Draft Scientific Opinion on clustering and ranking of emissions of plant protection products from protected crops (greenhouses and crops grown under cover) to relevant environmental compartments. Supporting Publications 2012: EN-271. [61 pp.]. (Available online: www.efsa.europa.eu/publications)

EFSA. 2013. Guidance of EFSA on clustering and ranking of emissions of plant protection products and transformation products of these active substances from protected crops (greenhouses and crops grown under cover) to relevant environmental compartments. EFSA Journal 20YY;volume(issue):NNNN, 40 pp., doi:10.2903/j.efsa.20YY.NNNN (Available online: www.efsa.europa.eu/efsajournal)

Garratt, J. A. & Wilkins, R. M. 2004. A fugacity modeling approach to understand pesticide delivery and fate in greenhouses. International advances in pesticide application, Aspects of Applied Biology 71, 2004, p 449 – 456.

Kreuger, J., Graaf, S., Patring, J. & Adielsson, S. 2009. Bekämpningsmedel i vattendrag från områden med odling av trädgårdsgrödor under 2008. Ekohydrologi 110. Swedish University of Agricultural Sciences, Division of Water Quality Management. Uppsala, Sweden

Kruger, E. 2008. Emissiereductie van gewasbeschermingsmiddelen vanuit de glastuinbouw. 2008. (Ed. E. Kruger) Rapport Waterschap Hollandse Delta. December 2008.

Löfkvist, K., Hansson, T. & Svensson, S.A. 2009. Förluster av växtskyddsmedel till omgivande mark och vatten vid användning i svenska växthus - en genomgång av möjliga riskmoment. Rapport 2009:6. Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Sweden.

Löfkvist K. & Svensson S.A. 2010. Safer handling of pesticides in greenhouses. Aspects of Applied Biology 99, 2010, International Advances in Pesticide Application, pp 431 - 434.

Löfkvist K. & Svensson S.A. 2012a. Improvements of pesticide handling in greenhouse situations. Aspects of Applied Biology 114, 2012, p 371 – 378.

Löfkvist K. & Svensson S.A. 2012b. Förbättring av hantering av bekämpningsmedel i växthus. (Summary: Improvements of pesticide handling in greenhouse situations). LTI Rapport 2011:20. SLU Alnarp

Roseth R. & Haarstad K. 2010. Pesticide runoff from greenhouse production. Water Science & Technology 61(6): pp 1373 – 1381.

Roseth R, Ludvigsen G H & Aasen R. 2007. Forprosjekt – plantevernmidler i avrenning fra veksthus. Rapport, 2: 162. Bioforsk, Ås, Norway
 Stanghellini, C. 2009; Emissions by aerial routes from protected crop systems (greenhouses and crops grown under cover): A position paper. Wageningen UR Greenhouse Horticulture, 2009 (Report / Wageningen UR Greenhouse Horticulture 224) - 26 p. (Tillgänglig online: <https://www.wageningenur.nl/en/Publications.htm?publicationId=publication-way-333736343931>)

Svensson, S.A. & Löfkvist, K. 2007. Säkrare hantering av bekämpningsmedel i växthus. Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, SLU Alnarp. Rapport 2007:3.

Teunissen, R.J.M. 2005. Emissies van gewasbeschermingsmiddelen uit de glastuinbouw. RIZA rapport 2005.019 Lelystad

Topps. 2013. Train the Operators to Prevent Pollution from Point Sources. (Website, available online: www.topps-life.org)

Van der Maas, B., van Os, E., Enthoven, N. Blok, C. & Beerling, E. 2012. Zuivering recirculatiewater in de rozenteelt, duurproef: werkpakket 1: Voorkomen Groeiremming. Wageningen UR, Rapport GTB-1198

Van Os, E. 2009. Comparison of some chemical and non-chemical treatments to disinfect a recirculation nutrient solution. Proc. on soilless culture and hydroponics (Eds. A Rodriguez-Delfin and P.F. Martinez). Acta Hort 843, ISHA 2009

Van Os, E. & Vermeulen, T. 2011. Emission to surface water from greenhouse drip and spray applications. Presentation, Wageningen UR Greenhouse Horticulture. (Tillgänglig online: www.edepot.wur.nl/181070)

Van Os, E., Vermeulen, T. van der Linden, T, Wipfler, Ludeking, D. & Cornelese, A. 2012. Scenario development in soilless cultivation. Presentation på International Workshop on Covered Crops – PPP risk assessment and management of emissions. 26-27 April, 2012, Bleiswijk, Nederländerna

Van Os, E., van der Maas, B., Bruins, M. & Raaphorst, M. 2012. Glastuinbouw Waterproof - Opheffen groeiremming en afbraak gbm door geavanceerde oxidatie (1) - Zuiveren restant water (2). (Available online: <http://edepot.wur.nl/202789>)

Vermeulen, T., van der Linden, A.M.A., van Os, E.O. (Eds) 2010. Emission of plant protection products from glasshouses to surface water in the Netherlands. Wageningen UR Rapport GTB-1002 / RIVM Rapport 607407001

8 Studier i växthus – mätningar och analyser

8.1 Inledning

I denna del av projektet redovisas resultatet av de faktiska mätningar av kemikalieläckage som genomförts. Delprojektet som Naturvårdsverket finansierat täcker en första mätning i ett fåtal utvalda företag med olika odlingsinriktning och konstruktioner. Resultatet från detta delprojekt kommer ligga till grund för det vidare arbetet inom delprojekt 3a, se tabell 1.

8.2 Material och metod

Försöket har genomförts i sex representativa trädgårdsföretag med inriktning på växthusodling respektive plantskoleodling. Av växthusodlingarna bedriver två krukväxtodling och tre grönsaksodling. Företagen är alla belägna i Skåne och är valda så att olika marktyper (sand och lera) är representerade.

Produktionsinriktning/odlingssätt:

- Tomatodling med uppsamling av returvatten
- Gurkodling med uppsamling av returvatten
- Krukväxter med bordodling med uppsamlade system
- Krukväxter med bordodling med uppsamlade system samt markodling utan uppsamling
- Plantskoleproduktion på ”mypex”duk utan uppsamling

Vid urvalet av företag där mätningar genomförts har följande parametrar beaktats:

- På företaget finns goda kunskaper om företagets kemikaliehistoria
- Pågående användning av kemikalier i sin verksamhet
- Placerade i södra Sverige för att vara nåbara för provtagning

Provtagning har genomförts under hösten 2012. När det gäller krukväxtodlingarna och plantskoleodlingen har provtagning skett under pågående odlingsperiod, medan det för grönsaksodlingarna har skett efter avslutad kultur.

Inför provtagningarna kontaktades företagen och användningen av kemikalier i såväl nutid som dåtid kartlades. Detta för att veta vilka aktiva substanser som skulle analyseras i proverna. Uttag av jordprover har sedan skett på utvalda ställen i respektive företag. Inför uttagning av jordprover utarbetades en manual hur provtagningsförfarandet lämpligen skulle gå till väga, se bilaga 1. Valet av provtagningspunkter har skett efter diskussion med

odlaren och en så generell bild av produktionsplatsen som möjligt har eftersträfvats.

Jordprover är tagna på tre djup; 0-10 cm, 10-20 cm respektive 20-30 cm djup. Från varje djup har ca 1 liter jord tagits ut.



Figur 11. Provpunkt 3 nivåerna 0-10, 10-20 och 20-30 cm. Foto: Torbjörn Hansson

Antalet mätpunkter hos företagen varierar beroende på förutsättningarna när det gäller markens beskaffenhet. De uttagna proverna för resp. djup har blandats noggrant till ett samlingsprov för det aktuella djupet och därefter har ett prov om 300 gram tagits ut för analys. Detta innebär att för varje företag finns ett prov per nivå. Proverna har förvarats svalt från tiden för provtagning fram till dess att de skickats till laboratoriet.



Figur 12. En liter jord från nivån 20-30 cm som senare blandades till ett samlingsprov för hela företaget. Foto: Torbjörn Hansson

Provtagningsarbetet visade sig vara både komplicerat och tidskrävande och tog nästan dubbelt så lång tid som beräknat.

När analyssvaren var färdiga diskuterades resultaten med företagen och den faktiska användningen under året jämfördes mot vad som hade återfunnits i proverna. Även historiska data över tidigare använda preparat diskuterades.

Tabell 7. Översikt provtagning.

Företag	Jordmån	Markyta/täckning	Datum provtagning	Antal provpunkter
A	Sand	sand, kalk, makadam	25 okt	20
B	Lera	markväv	8 nov	12
C	Sand	grus, makadam	14 dec	8
D	Lera	sand o grus/plastfolie	6 nov	12
E	Lera	sand o grus/plastfolie	7 nov	12
F	Lera	markväv	27 nov	8

8.3 Analyser

Analys av jordproverna har skett vid Eurofins i Lidköping. Antalet prover som analyserats uppgår till 18 stycken (6 st företag, 3 nivåer). Proverna har analyserats med en multianalysmetod där ett stort antal aktiva substanser har ingått. De substanser som ingått är sådana som används idag inom de aktuella produktionsgrenarna samt en del som använts tidigare. Det slutliga urvalet av

vilka substanser som skulle analyseras har diskuterats inom arbetsgruppen, med Eurofins utifrån möjliga analysmetoder och slutligen stämts av med Naturvårdsverket. Urvalet består av såväl nu tillåtna som numer förbjudna verksamma ämnen. Den tillväxtreglerande substansen klormekvatklorid har analyserats i särskild metod liksom glyfosat. Andra tillväxtreglerande ämnen såsom daminozid saknar analysmetod och ingår därför inte i urvalet av substanser. Totalt har 112 substanser ingått i analysen, se tabell 10.

8.4 Resultat

Antalet substanser som detekterats i de 18 proverna uppgår till 36 stycken, tabell 9. Då ingår också ett antal äldre substanser vars användning upphört. Flera av substanserna är nedbrytningsprodukter av bekämpningsmedel. Av de detekterade substanserna kopplas 17 till insektsmedel, 15 till svampmedel, 3 till ogräsmedel och 1 till retarderingsmedel.

I tabell 8 redovisas antal detekterade substanser per företag och vilka substanser som förekommit i högst koncentration i respektive företag. En uppdelning har här gjorts på idag aktuella substanser och äldre substanser vars godkännande och användning har upphört.

Tabell 8. Översikt resultat.

Företag	Totalt antal påträffade substanser	Idag aktuella substanser		Äldre substanser	
		Substans med högst halt	Högsta halt mg/kg	Substans med högst halt	Högsta halt mg/kg
A	8	pirimikarb	0,079	DMST	0,089
B	8	glyfosat	0,0045	DDT	0,097
C	28	boskalid	4,64	endosulfan	0,42
D	12	fludioxonil	0,064	endosulfan	0,013
E	3	azoxystrobin	0,012	-	-
F	11	azoxystrobin	0,073	DDT	0,023

Av tabell 9 framgår att det i samtliga prover har detekterats AMPA (aminometylfosfonsyra). Halterna bedöms som mycket låga för flertalet av proverna och ligger nära detektionsgränsen (0,0003 µg/kg). AMPA är den mest betydande nedbrytningsprodukten från glyfosat. Eftersom glyfosat använts endast i något av företagen är det troligt att förekomsten av AMPA i övriga fall beror på förorening i samband med provtagningen. För att inte kontaminera jordproverna från de olika djupen tvättades spadarna noggrant mellan varje djup med diskmedel och sköljdes sedan av med vatten. Det visade sig efter genomförda försök att AMPA är en beståndsdel i det diskmedel som användes och det är mycket sannolikt att avsköljningen mellan tvättarna varit otillräcklig och att AMPA som finns i diskmedlet har kommit med i proverna.

De substanser som påträffades i flest prover, fränsett AMPA, var azoxystrobin (Amistar) och imidaklopid (Confidor), som båda förekom i 11 av de 18 tagna proverna.

I samtliga prover är halterna av kemikalierester högst i det översta jordskiktet 0-10 cm. I flera fall är skillnaden i koncentration mellan detta och underliggande skikt mer än 10 gånger. Halterna i skiktet 10-20 cm och skiktet 20-30 cm ligger i många av proverna på samma nivåer. Det finns några exempel på där halten är högre skikt 20-30 cm än i skikt 10-20 cm. I några fall har substanser endast konstaterats i översta skiktet 0-10 cm.

Halterna av bekämpningsmedel varierar mycket mellan de olika företagen. För prydnadsväxtodlingarna varierar totalhalten mellan 0,11 till 7,28 mg/kg i det översta provlagret 0-10 cm. För grönsaksodlingarna är variationen mindre, där varierar totalhalterna i det översta skiktet mellan 0,02 och 0,32 mg/kg.

En viktig del i undersökningen är att jämföra förekomst av bekämpningsmedel i marken, med faktisk användning av bekämpningsmedel i företagen. I tabell 11 görs en jämförelse mellan vilka substanser som detekterats och hur användningen av bekämpningsmedel sett ut i företagen. Användningen bygger på historiska data som respektive odlare haft tillgänglig i form av sprutjournaler, egna noteringar etc. I två företag finns endast några års data tillgängligt pga. ägarbyte.

8.5 Allmän diskussion

Det är svårt att säga vad som är en normal förväntad halt eftersom referensvärden för jord saknas. Faktorer som har stor betydelse är initial dos, nedbrytningshastighet och tid sedan behandling (om avdunstning och transport utesluts). Vid användning av lågdosmedel inom lantbruket, då endast några gram per ha används, finns redan från början halter som maximalt kan röra sig om mikrogram per kg jord. Doser med andra typer av medel om 1-2 kg per ha ger initiala halter på 1-2 mg/kg jord. I de analyserade växthusjordarna var de uppmätta halterna i fem av företagen 0,006-0,079 mg/kg. I ett företag ligger halterna på en betydligt högre nivå. Med en initial mängd på 1 mg/kg krävs 4 till 8 halveringar för att nå dessa halter, som dessutom ligger nära detektionsgränsen och under kvantifieringsgränsen för flera av de analyserade substanserna. Slutsatsen är att inga av substanserna har högre halter än de maximalt förväntade efter normal användning och att de flesta prover har halter nära eller under vad som överhuvudtaget går att analysera.

Ett ämne som sticker ut är boskalid som med sina 4,64 mg/kg i ett företag ligger högst av samtliga substanser. Efterforskningar visar att användningen i företaget inte är anmärkningsvärt hög. Boskalid karaktäriseras av låg vattenlöslighet och lång persistens enligt uppgifter i PPDB-databasen (<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/index2.htm>, (data hämtad 2013-05-24 till 2013-06-04) vilket kan vara en möjlig förklaring till den höga halten i det översta marklagret.

Klormekvatklorid har använts i betydande omfattning i ett par företag men återfinns endast i ett prov och då i mycket låg halt enbart i det översta jordlagret. Karaktäristiskt för klormekvatklorid är att den är utpräglad hydrofil,

det vill säga vattenlöslig. Persistensen i jord är mycket kort enligt PPDB. Dessa förhållanden kan möjligen förklara att klormekvatklorid endast förekommit i starkt begränsad omfattning i jorden. Acetamiprid har likvärdiga egenskaper som klomekvatklorid dvs. mycket hög löslighet i vatten och kort persistens och det är trolig förklaring till att halterna är så pass låga och den förekommer endast i översta marklagret. Ytterligare en substans med liknande egenskaper är glufosinat, som använts i tämligen stor omfattning i ett företag. Detekterbara halter påträffas enbart i det översta jordlagret.

Imidaklopid, som använts i fyra av företagen, påträffats hos alla dessa och i nästan samtliga jordlager. Halterna avtar med ökat djup. Imidaklopid har relativt hög vattenlöslighet och är utpräglad hydrofil. Den har lång persistens i både vatten och jord, vilket troligen är förklaringen till att den påträffas i alla jordlager.

Det finns flera substanser som har använts i företagen under 2012, men som inte påträffas i analyserna. Ett exempel är propamokarb som karaktäriseras av mycket hög vattenlöslighet och har kort persistens i jord.

Flera äldre substanser, vars användningstid har utgått, har påträffats. Exempel sådana äldre substanser är DDT och dess metaboliter, DMST som är en metabolit av tolylfluorid, endosulfan, dikofol, tetradifon och triadimenol. Flera av dessa preparat karakteriseras av att de har hög persistens och därför bryts ned långsamt i jord. Halterna som hittas är dock låga. DDT samt metaboliterna DDD och DDE påträffas i fyra av företagen. Halterna är låga och lägre än vad man brukar hitta i mark där DDT-preparat använts tidigare (SGI, 2012).

Substanser som påträffats på några ställen utan att ha någon koppling till nuvarande odling är azoxystrobin, boskalid, buprimat, fenvalerat och triadimenol. Dessa substanser används inte i den pågående produktionen. Det rör sig sannolikt om användning som skett före den nuvarande ägaren. Historiska användardata har inte gått att få fram i dessa fall.

Slutsatser och sammanfattning

- De halter som hittas är låga och ligger nära detektionsgränsen för analyserna.
- Högst halter finns i det översta jordskiktet 0-10 cm.
- Det är mycket stor skillnad på förekomsten av kemikalier i olika företag. Generellt är nivåerna högre i prydnadsväxtodlingar än i grönsaksföretag.
- Flera av de preparat som har använts har inte återfunnits i jordproverna.
- Halterna som hittats i proverna är starkt kopplat till den aktiva substansens kemiska egenskaper samt nedbrytningshastigheten i jord och vatten och dess löslighet i vatten.

Det finns ett stort behov av att vidare undersöka kopplingen mellan vad som används i produktionen och vad som återfinns i jordlagren samt i intilliggande vattendrag. Fortsatta studier över läckagevägar och möjliga lösningar på läckagen behöver göras. Det hade också varit av stort värde om det vore möjligt att få till miljöövervakning där läckagen kontinuerligt följs över hela året.

Tabell 9. Påvisade halter av bekämpningsmedelsrester i trädgårdsföretagen 2013. Halten anges i mg/kg jord (friskvikt).

	Företag A			Företag B			Företag C			Företag D			Företag E			Företag F		
jordlager cm	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
acetamiprid	0,021						0,057											
AMPA*)	0,0001	0,0001	0,0001	0,024	0,0036	0,0032	0,0012	0,0028	0,0024	0,001	0,0012	0,0014	0,0001	0,0013	0,0019	0,0005	0,0011	0,0011
azoxystrobin							0,016	0,0094		0,012	0,0083	0,0086	0,012	0,0091	0,0086	0,073	0,014	0,018
boskalid							4,64	0,37	0,18	0,061	0,011	0,0099				0,051	0,0076	0,011
buprimat										0,024								
cypermetrin							0,014											
DDD-p,p						0,014											spår	
DDE-p,p				0,012	0,013	0,012	0,012	0,015	spår	spår	spår					0,022	0,02	0,014
DDT-p,p				0,02	0,014	0,097	0,012	0,013	spår	spår	spår					0,012	0,023	spår
desmetyl-pirimikarb							0,015											
dikofol							0,02	0,06										
DMST		0,07	0,089	0,03	0,012	0,014	0,018	0,013										
endosulfan-alfa							0,17	0,024	0,048	spår								
endosulfan-beta							0,42	0,078	0,10	0,013								
endosulfansulfat				0,016			0,36	0,076	0,086									
fenvalerat													0,0065					
fludioxonil							0,008			0,064						0,039		0,006
glufosinat				0,0051														
glyfosat	0,0003			0,0045			0,0086	0,0007	0,0006									
hexaklorbensen								0,023										
hexytiazox																0,031		
imazalil										0,024	0,0088	0,0087				0,063	0,011	0,015
imidaklopid	0,054	0,021	0,022				0,17	0,022	0,014	0,012		0,0097				0,021	0,012	0,01
iprodion							0,012											
karbendazim	0,035						0,016											
klormekvat	0,014																	
malation							0,085	0,015	0,033									
penkonazol							0,014											
pentakloranilin							0,044	0,10	0,072									
permetrin							0,026											
pirimikarb	0,079	0,027	0,044				0,22	0,058	0,039									
propikonazol							0,24	0,038	0,018									
pyraklostrobin							0,53	0,088	0,047									
pyrimetanil							0,009											
tetradifon							0,14	0,021	0,012									
triadimenol										0,026						0,0083		

*) Halterna av AMPA är sannolikt en förorening vid provtagning

8.6 Referenser

SGI, Sveriges Geotekniska Institut. Översiktlig miljöteknisk undersökning vid tio handelsträdgårdar. Huvudrapport på uppdrag av Länsstyrelsen i Värmlands län. 2012.

University of Hertfordshire, The PPDB, Pesticide Properties Database, 2013, <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/index2.htm>, (data hämtad 2013-05-24 till 2013-06-04).

Tabell 10. Analyserade substanser, 112 st, kvantifieringsgränser.

Verksam substans	Kvantifieringsgräns mg/kg friskvikt	Godkännandet upphörde i berörda trädgårdskulturer
Abamektin	0,05	
Acefat	0,01	1990
Acetamiprid	0,01	
Aldikarb	0,01	1991
aldikarb-sulfoxid		1991
aldikarb-sulfone		1991
AMPA		
azinfos-metyl	0,05	2008
azoxystrobin	0,01	
Benomyl	0,01	2002
betacyflutrin	0,1	
Bifenazat		
bioresmetrin		1990
Bitertanol		
Boskalid	0,01	
Buprimate		?
Buprofezin	0,01	2002
cypermetrin	0,01	1995
Cyprodonil	0,02	
Cyromazin		2001
Dazomet		1989
DDD-p,p		?
DDE-p,p		?
DDT-p,p		?
Deltametrin	0,05	2005
demeton-S		1990
demeton-s-metyl	0,01	1990
demeton-s-metyl-sulfone		1990
desmetyl-pirimikarb		
Diazinon	0,01	2008
dibrom-dikloretyldimetylfosfat		1990
Dienoklor		1990
Diklorvos	0,01	1977
Dikofol	0,02	1990
Dimetirimol		1985
Dimetoat		2011
Dinbuton	0,1	1989
DMST		?
Endosulfan	0,02	1997
endosulfan-alfa		1997
endosulfan-beta		1997
endosulfansulfat		1997

esfenvalerat	0,1	
Etefon		
Etiofenkarb	0,01	1995
Etridiazol		1990
Etrimfox	0,01	1997
Fenhexamid	0,01	
Fenitrothion	0,05	1990
fenpyroximat	0,01	
Fenvalerat	0,05	1990
Fluazinam	0,2	
Fludioxonil	0,01	
Folpet	0,05	1981
Fonicamid		
fosetylaluminium		
Fosfamidon	0,01	1995
Foxim		2003
Glyfosat	0,0003	
Glufosinat		
Hexytiazox	0,01	
hexaklorbensen		1980
Imazalil	0,01	
imidakloprid	0,01	
Indoxakarb	0,01	
Iprodion	0,02	2010
Isoxaben		
Kaptan	0,1	1989
karbendazim		1996
kloretylfosforsyrighet		
klormekvatklorid	0,005	
Klortalonil	0,02	1990
kresoxim-metyl	0,01	
lamda-cyhalotrin	0,05	
Malation		1990
mandipropamid	0,01	
Maneb		1978
Mepikvat		
merkaptodimetur		
Metalaxyl		
metamidofos		?
Mevinfos	0,03	2000
Milbektin		?
oxikarboxin		1989
oxdemeton-metyl	0,01	1995
Paration	0,03	1970
Penkonazol	0,01	
pentakloranilin		?

Permetrin	0,05	1995
Pirimikarb	0,01	
propamokarb	0,01	
Propargit		1997
propikonazol	0,01	
Propyzamid		
Pymetrozin	0,01	
pyraklostrobin	0,01	
Pyrazofos	0,01	1990
Pyretriner	0,01	
Pyrimetanol	0,02	
pyriproxyfen	0,01	
Spinosad	0,01	
Sulfotep	0,03	2003
tafluvalinat		
Tetradifon	0,02	2003
Tiabendazon	0,01	1998
Tiakloprid	0,01	
tiofanatmetyl	0,01	
Tolyfluanid	0,05	2007
Triadimefon	0,01	2003
Triadimenol		1991
Triklorfon	0,01	2005
Vinklozolin	0,05	1996

Tabell 11. Jämförelse mellan användning i företagen och detektion. Samtliga substanser ingår i analyserna.

	Detekterad känd användning antal företag	Detekterad ej känd användning antal företag	Ej detekterad känd användning antal företag	Antal prov av 18 med detektion
abamektin			4	0
acetamiprid	2			2
AMPA	3	3		18
azoxystrobin	3	1		11
bifenazat			2	0
boskalid	1	2		9
Buprimate		1		1
cypermetrin		1		1
DDD-p,p		2		2
DDE-p,p		4		11
DDT-p,p		4		11
desmetyl-pirimikarb		1		1
Dikofol		1		2
DMST		3		7
endosulfan-alfa		2		4
endosulfan-beta		2		4
endosulfansulfat		2		4
fenvalerat		1		1
fludioxonil	3			4
glufosinat	1			1
glyfosat	3			5
hexaklorbensen		1		1
hexytiazox	1			1
imazalil	2			6
imidakloprid	4	-	-	11
iprodion	1			1
karbendazim	1	1		2
klormekvat	1		1	1
kresoximmetyl			1	0
kvinoklamin			1	0
malation		1		3
merkaptodimetur			1	0
milbemycin			1	0
penkonazol	1			1
pentakloranilin		1		3
permetrin		1		1
pirimikarb	2			6
propamokarb			2	0
propikonazol	1			3
pyraklostrobin	1			3
pyretriner			1	0
pyrimetanil	1		1	1
Pyriproxyfen			1	0
spinosad			1	0
tao-fluvalinat			1	0
tetradifon		1		3
Tiakloprid			1	0

9 Bilaga 1 Provgrävningsförfarande

1. Markera 20 representativa platser i växthuset där provgrävningar ska ske Därefter utförs följande på vart och ett av de tjugo mätställena:
2. Bild på provplatsen tas
Lösas stenar och liknande plockas först bort från ytan
3. En yta på 10x10 cm ned till 10 cm djup grävs upp med hjälp av en planteringsspade och allt innehåll sparas i en plastpåse (3 l). Var noga med att mäta djupet med en tumstock.
4. Vänd påsens innehåll upp och ner 20 ggr.
5. Gå till nästa ruta och upprepa punkt 2-4.
6. När alla 20 plaster är grävda på det första djupet 0-10 cm, blanda alla påsars innehåll i en stor sopsäck som vänds upp och ner minst 20 ggr.
7. Tag ut ett prov från sopsäcken på 300g och lägg det i en 3l påse. Markera påsen noga med djup och provplats samt datum.
8. Därefter förstoras hålen med den stora spaden så att hålet blir rejält stort och har ett djup på 10 cm.
9. Tvätta spadar med vatten + diskmedel och skölj noga.
10. Tag en bild
11. Mitt i den urgrävda ytan grävs en yta på 10x10 cm och 10 cm djup så att man nu når ned till 20 cm. Materialet läggs i plastpåse (3l) märkt 10-20 cm. Var noga med att mäta djupet med en tumstock och djupet ska nu vara 20 cm från markytan. Se till att ingen jord från den ytligare grävningen kommer med.
12. Vänd påsens innehåll 20ggr.
13. Gå till nästa ruta och upprepa punkt 10-12.
14. Efter att alla 20 hål är grävda gör punkt 6-7.
15. Därefter förstoras hålet med den stora spaden så att hålet blir rejält stort och har ett djup på 20 cm.
16. Rengör både den stora spaden och planteringsspaden med diskmedel och vatten och skölj väl.
17. Mitt i den urgrävda ytan grävs en yta på 10x10 cm och 10 cm djup så att man nu når ned till 30 cm. Materialet i plastpåse (3l) märkt 20-30 cm. Var noga med att mäta djupet med en tumstock och djupet ska nu vara 20 cm från markytan. Se till att ingen jord från den ytligare grävningen kommer med. Var noga med att mäta djupet med en tumstock.
18. Vänd påsens innehåll 20ggr
19. Tag en bild
20. Upprepa punkt 17-18 samt därefter 6-7.
21. Återställ groparna.