



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Kompetenscentrum för kemiska
bekämpningsmedel (CKB)

Jenny Kreuger, Ove Jonsson, Klara Löfkvist, Torbjörn Hansson, Gustaf Boström, Carola Gutfreund, Bodil Lindström och Mikaela Gönczi

Screening av växtskyddsmedel i vattendrag som avvattnar växthusområden i södra Sverige 2017-2018



CKB rapport 2019:1

Uppsala 2019

Kompetenscentrum för kemiska bekämpningsmedel
Sveriges lantbruksuniversitet

Centre for Chemical Pesticides
Swedish University of Agricultural Science

KompetensCentrum för Kemiska Bekämpningsmedel

CKB

CKB Rapport 2019:1

**Screening av växtskyddsmedel i vattendrag som avvattnar växthusområden
i södra Sverige 2017-2018**

Kompetenscentrum för kemiska bekämpningsmedel, CKB
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU. 2019

Tryck: Repro, SLU

ISBN: 978-91-576-9638-0 (tryckt version)
978-91-576-9639-7 (elektronisk version)

Omslagsbild:

Vattendrag av olika storlek som ingick i studien (Foto: Klara Löfkvist & Torbjörn Hansson)

Screening av växtskyddsmedel i vattendrag som avvattnar växthusområden i södra Sverige 2017-2018

<p>Rapportförfattare Jenny Kreuger¹, Ove Jonsson¹, Klara Löfkvist², Torbjörn Hansson³, Gustaf Boström¹, Carola Gutfreund¹, Bodil Lindström¹ och Mikaela Gönczi¹</p> <p>¹ Kompetenscentrum för kemiska bekämpningsmedel, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala; ² HIR Skåne; ³ Grön Kompetens AB, Alnarp.</p>	<p>Utgivare Sveriges lantbruksuniversitet</p> <p>Postadress SLU Box 7070 750 07 Uppsala</p> <p>Telefon 018-67 10 00</p>
<p>Rapporttitel och undertitel Screening av växtskyddsmedel i vattendrag som avvattnar växthusområden i södra Sverige 2017-2018</p>	<p>Beställare Naturvårdsverket 106 48 Stockholm</p> <p>Finansiering Miljögiftsamordning, screening</p>
<p>Nyckelord för plats Skåne</p>	
<p>Nyckelord för ämne bekämpningsmedel, växtskyddsmedel, växthus, ytvatten</p>	
<p>Tidpunkt för insamling av underlagsdata 2017-2018</p>	
<p>Sammanfattning</p> <p>Rapporten presenterar resultat från en screeningundersökning av växtskyddsmedel i vattendrag som avvattnar växthusanläggningar. Syftet har varit att undersöka i vilken utsträckning det sker läckage från växthus efter att olika åtgärder har vidtagits av odlare och myndigheter (bl.a. ny lagstiftning och förbättrad utbildning) under senare år.</p> <p>Undersökningen genomfördes i sju olika vattendrag och med provtagning uppströms-nedströms växthusområdet från några av dessa vattendrag, vilket innebar provtagning från elva enskilda provpunkter. Avrinningsområdets storlek vid provpunkten nedströms växthusområdet varierade kraftigt, från 1 till 212 km². Provtagningen skedde under ett helt år, från sommaren 2017 till sommaren 2018, eftersom användning av växtskyddsmedel i växthusodlingar kan ske under en stor del av året.</p> <p>Områdena har valts ut så att de representerar både grönsaksodling och prydnadsväxtodling. De växthus som ingått i undersökningen är i de allra flesta fall representativa för hur ett svenskt växthusföretag ser ut. Anläggningarna är dock större än ett genomsnittligt växthusföretag. Samtliga anläggningar består av flera växthusbyggnader, som uppförts successivt. I samtliga fall finns även jordbruksmark i nära anslutning till provplatserna. Provtagningsupplägget ska ses som en generell undersökning av läckage från växthus och inte som en recipientkontroll av enskilda verksamheter.</p> <p>Insamlingen av prover genomfördes med två olika tekniker, momentanprovtagning (i alla lokaler) och tidsintegrerad TIMFIE-provtagning (i fyra lokaler). Prover togs var 14:e dag under hela perioden. Momentanproverna analyserades med avseende på 148 substanser från lokaler nedströms prydnadsväxtodlingar och 124 substanser från övriga lokaler. TIMFIE-proverna analyserades för 106 substanser.</p> <p>Totalt påträffades 105 olika substanser vid minst ett tillfälle i vattenprover under hela provtagnings säsongen 2017/2018, varav 92 i momentanprover och 80 i TIMFIE-prover. Högsta halten av en enskild substans i momentanprover var 107 µg/l av propamokarb, i motsvarande prov med tidsintegrerad TIMFIE-provtagning uppmättes 298 µg/l av samma substans.</p> <p>Summahalterna varierar mellan områdena, med genomgående högst halter i vattenprover från provpunkten GB7, den provpunkt som har det minsta avrinningsområdet och samtidigt flest växthus inom området. Även provpunkterna SP8, VB9 och SN10 har ett flertal förhöjda summahalter. Samma områden har också flest riktvärdesöverskridanden. Totalt har 25 olika substanser tangerat eller överskridit sitt respektive riktvärde i minst ett prov från momentanprovtagningen och 17 olika substanser i TIMFIE-provtagningen. Flest överskridanden överlag i momentanprover noteras för ogräsmedlet diflufenikan (20,9 %), följt av insektsmedlet imidakloprid (19,4 %) och nedbrytningsprodukten endosulfansulfat (17,5 %). Imidakloprid är den substans som har det största överskridandet av sitt riktvärde.</p> <p>Vid jämförelsen mellan tidpunkten när en substans detekterades i vattendraget och tidpunkten för användning av samma substans i växthusen i respektive område samt vid jämförelsen mellan uppströms/nedströms-punkter kan vissa substanser pekas ut att ha en koppling till växthusanvändningen, dessa är: acetamiprid, azoxystrobin, boskalid, cyprodinil, fludioxonil, hexyiazox, imazalil, imidakloprid, karbendazim (från tiofanatmetyl), pirimikarb, propamokarb, propikonazol, pymetrozin samt pyraklostrobin.</p> <p>Flest substanser där uppmätta halter kan kopplas till användning i växthus har identifierats i provpunkterna SN10 och SB11.</p> <p>En jämförelse mellan resultaten från denna studie samt resultaten från det nationella miljöövervakningsprogrammet för växtskyddsmedel (NMÖ) har gjorts. Summahalterna skiljer sig inte nämnvärt men det finns vissa intressanta skillnader. Vissa</p>	

substanter hittas inte alls i NMÖ (åren som ingår i denna jämförelse, 2015-2017), t.ex. endosulfansulfat, acetamiprid, hexytiadox och imazailil men har fyndfrekvenser inom denna studie på respektive 35,8 %, 17,3 %, 7,9 % och 5,0 %. Ytterligare några substanser med tillåten växthusanvändning hittas i högre halter i denna undersökning än i NMÖ: acetamiprid, fludioxonil, imazailil, imidaklopid, pirimikarb, propamokarb och pymetrozin. Man kan också se att det omvända gäller för vissa typiska jordbrukssubstanter som bentazon, diflufenikan och metamitron. När det gäller riktvärdesöverskridanden så är imidaklopid en av de substanser som oftast överskrider sitt riktvärde, i denna studie med 19,4 %, jämfört med bara 1,1 % i NMÖ.

Utifrån resultaten från momentanproverna i denna studie har årsmedelhalter för varje substans beräknats för en jämförelse enligt de metoder som tillämpas för statusklassificering inom vattenförvaltningen. De substanser som utifrån denna klassificering har överskridit gränsvärde eller bedömningsgrund vid någon provpunkt är diflufenikan, imidaklopid och pirimikarb. Det är dock viktigt att påpeka att alla dessa provpunkter inte är representativa för vattenförekomster inom vattenförvaltningen.

Vissa substanser som troligen härrör från växthusanvändningen detekteras frekvent i förhöjda halter. Andra substanser som har använts inom de aktuella växthusen detekteras inte alls eller sällan. Skillnaderna beror troligen till stor del på använd mängd av preparatet, appliceringsteknik och substansernas kemiska egenskaper.

Resultaten tyder på att läckagerisken varierar mellan de undersökta växthusen. Läckage av kemiska växtskyddsmedel från växthus är en fråga som flera länder har uppmärksammat och de riskområden som ofta identifieras handlar bl.a. om att recirkuleringsystemen inte är heltäckande och täta samt att påfyllnad och förvaring av växtskyddsmedel inte sker på ett säkert sätt. Utvattning av preparat har en förhöjd risk, detta bekräftas också av resultaten från denna undersökning vilka visar att de högsta uppmätta halterna avser verksamma substanser som applicerats genom utvattning. Utifrån resultaten i denna undersökning verkar även kompost som förvaras utomhus kunna ge upphov till läckage.

Det finns tekniska lösningar för att minska riskerna. Mycket handlar dock om bättre rutiner för hanteringen. Slutligen är det som alltid viktigt att odlarna följer principen för integrerat växtskydd genom att minimera användningen av kemiska växtskyddsmedel och utnyttja de biologiska och icke-kemiska metoder som finns tillgängliga.

Innehållsförteckning

1. Sammanfattning.....	6
2. Inledning.....	8
Bakgrund växthusodling i Sverige	9
Appliceringsteknik i växthus	10
Sprutning av växtskyddsmedel.....	10
Vattning av växtskyddsmedel.....	10
3. Material och metoder.....	11
Provtagning	11
Momentanprovtagning	11
TIMFIE-provtagning	11
Områdesbeskrivning.....	13
Växthusinventering	14
Analysmetodik.....	15
Riktvärden	17
Nationell miljöövervakning av bekämpningsmedel i jordbruksområden.....	17
4. Väder och vattenföring.....	18
5. Resultat.....	21
Fynd av substanser	21
Summahalter.....	23
Överskridanden av riktvärden	29
Uppmätta halter kontra växthusanvändning i de olika provpunkterna.....	31
TU1 och TN2.....	33
PU3 och PN4.....	33
BU5 och BN6	34
GB7	34
SP8	35
VB9	36
SN10 och SB11	37
Jämförelser med den nationella miljöövervakningen.....	39
Bestämning av klormekvat.....	43
Klassning av analysresultat enligt vattendirektivet	44
6. Diskussion	45
Tolkning av resultaten	45

Risker och åtgärder för att minska läckage från växthus.....	47
Risker.....	47
Åtgärder.....	48
7. Slutsatser	49
8. Tackord.....	49
9. Referenser.....	50
10. Bilagor.....	52

Bilagor i separat del för nedladdning

Bilaga 1. Lista över analyserade substanser

Bilaga 2. Riktvärden för analyserade substanser

Bilaga 3. Uppmätta halter i momentanprover – percentiler

Bilaga 4. Maxhalter ($\mu\text{g/l}$) i momentanprov per substans och lokal

Bilaga 5. Fyndfrekvens för detekterade substanser per provlokal för momentanprover

Bilaga 6. Uppmätta halter ($\mu\text{g/l}$) av växtskyddsmedel i ytvatten från områden med momentanprovtagning per område och prov

Bilaga 7. Uppmätta halter ($\mu\text{g/l}$) av växtskyddsmedel i ytvatten från områden med tidsintegrerad TIMFIE-provtagning per område och prov

Bilaga 8. Figurer med halter av utvalda substanser från samtliga provpunkter med momentanprovtagning

Bilaga 9. Metodbeskrivning för bedömning av årsmedelhalter enligt vattenförvaltningens metoder

1. Sammanfattning

Rapporten presenterar resultat från en screeningundersökning av växtskyddsmedel i vattendrag som avvattnar växthusanläggningar. Syftet har varit att undersöka i vilken utsträckning det sker läckage från växthus efter att olika åtgärder har vidtagits av odlare och myndigheter (bl.a. ny lagstiftning och förbättrad utbildning) under senare år.

Undersökningen genomfördes i sju olika vattendrag och med provtagning uppströms-nedströms växthusområdet från några av dessa vattendrag, vilket innebar provtagning från elva enskilda provpunkter. Avrinningsområdets storlek vid provpunkten nedströms växthusområdet varierade kraftigt, från 1 till 212 km². Provtagningen skedde under ett helt år, från sommaren 2017 till sommaren 2018, eftersom användning av växtskyddsmedel i växthusodlingar kan ske under en stor del av året.

Områdena har valts ut så att de representerar både grönsaksodling och prydnadsväxtodling. De växthus som ingått i undersökningen är i de allra flesta fall representativa för hur ett svenskt växthusföretag ser ut. Anläggningarna är dock större än ett genomsnittligt växthusföretag. Samtliga anläggningar består av flera växthusbyggnader, som uppförts successivt. I samtliga fall finns även jordbruksmark i nära anslutning till provplatserna. Provtagningsupplägget ska ses som en generell undersökning av läckage från växthus och inte som en recipientkontroll av enskilda verksamheter.

Insamlingen av prover genomfördes med två olika tekniker, momentanprovtagning (i alla lokaler) och tidsintegrerad TIMFIE-provtagning (i fyra lokaler). Prover togs var 14:e dag under hela perioden. Momentanproverna analyserades med avseende på 148 substanser från lokaler nedströms prydnadsväxtodlingar och 124 substanser från övriga lokaler. TIMFIE-proverna analyserades för 106 substanser.

Totalt påträffades 105 olika substanser vid minst ett tillfälle i vattenprover under hela provtagnings säsongen 2017/2018, varav 92 i momentanprover och 80 i TIMFIE-prover. Högsta halten av en enskild substans i momentanprover var 107 µg/l av propamokarb, i motsvarande prov med tidsintegrerad TIMFIE-provtagning uppmättes 298 µg/l av samma substans.

Summahalterna varierar mellan områdena, med genomgående högst halter i vattenprover från provpunkten GB7, den provpunkt som har det minsta avrinningsområdet och samtidigt flest växthus inom området. Även provpunkterna SP8, VB9 och SN10 har ett flertal förhöjda summahalter. Samma områden har också flest riktvärdesöverskridanden. Totalt har 25 olika substanser tangerat eller överskridit sitt respektive riktvärde i minst ett prov från momentanprovtagningen och 17 olika substanser i TIMFIE-provtagningen. Flest överskridanden överlag i momentanprover noteras för ogräsmedlet diflufenikan (20,9 %), följt av insektsmedlet imidaklopid (19,4 %) och nedbrytningsprodukten endosulfansulfat (17,5 %). Imidaklopid är den substans som har det största överskridandet av sitt riktvärde.

Vid jämförelsen mellan tidpunkten när en substans detekterades i vattendraget och tidpunkten för användning av samma substans i växthusen i respektive område samt vid jämförelsen mellan uppströms/nedströms-punkter kan vissa substanser pekats ut att ha en koppling till växthusanvändningen, dessa är: acetamiprid, azoxystrobin, boskalid, cyprodinil, fludioxonil, hexyiazox, imazalil, imidaklopid, karbendazim (från tiofanatmetyl), pirimikarb, propamokarb, propikonazol, pymetrozin samt pyraklostrobin.

Flest substanser där uppmätta halter kan kopplas till användning i växthus har identifierats i provpunkterna SN10 och SB11.

En jämförelse mellan resultaten från denna studie samt resultaten från det nationella miljöövervakningsprogrammet för växtskyddsmedel (NMÖ) har gjorts. Summahalterna skiljer sig inte nämnvärt men det finns vissa intressanta skillnader. Vissa substanser hittas inte alls i NMÖ (åren som ingår i denna jämförelse, 2015-2017), t.ex. endosulfansulfat, acetamiprid, hexyiazox och imazalil men har fyndfrekvenser inom denna studie på respektive 35,8 %, 17,3 %, 7,9 % och 5,0 %. Ytterligare några substanser med tillåten växthusanvändning hittas i högre halter i denna undersökning än i NMÖ: acetamiprid, fludioxonil, imazalil, imidaklopid, pirimikarb, propamokarb och pymetrozin. Man kan också se att det omvända gäller för vissa typiska jordbrukssubstanser som bentazon, diflufenikan och metamitron. När det gäller riktvärdesöverskridanden så är imidaklopid en av de substanser som oftast överskrider sitt riktvärde, i denna studie med 19,4 %, jämfört med bara 1,1 % i NMÖ.

Utifrån resultaten från momentanproverna i denna studie har årsmedelhalter för varje substans beräknats för en jämförelse enligt de metoder som tillämpas för statusklassificering inom vattenförvaltningen. De substanser som utifrån denna klassificering har överskridit gränsvärde eller bedömningsgrund vid någon provpunkt är diflufenikan, imidaklopid och pirimikarb. Det är dock viktigt att påpeka att alla dessa provpunkter inte är representativa för vattenförekomster inom vattenförvaltningen.

Vissa substanser som troligen härrör från växthusanvändningen detekteras frekvent i förhöjda halter. Andra substanser som har använts inom de aktuella växthusen detekteras inte alls eller sällan. Skillnaderna beror troligen till stor del på använd mängd av preparatet, appliceringsteknik och substansernas kemiska egenskaper.

Resultaten tyder på att läckagerisken varierar mellan de undersökta växthusen. Läckage av kemiska växtskyddsmedel från växthus är en fråga som flera länder har uppmärksammat och de riskområden som ofta identifieras handlar bl.a. om att recirkuleringsystemen inte är heltäckande och täta samt att påfyllnad och förvaring av växtskyddsmedel inte sker på ett säkert sätt. Utvattning av preparat har en förhöjd risk, detta bekräftas också av resultaten från denna undersökning vilka visar att de högsta uppmätta halterna avser verksamma substanser som applicerats genom utvattning. Utifrån resultaten i denna undersökning verkar även kompost som förvaras utomhus kunna ge upphov till läckage.

Det finns tekniska lösningar för att minska riskerna. Mycket handlar dock om bättre rutiner för hanteringen. Slutligen är det som alltid viktigt att odlarna följer principen för integrerat växtskydd genom att minimera användningen av kemiska växtskyddsmedel och utnyttja de biologiska och icke-kemiska metoder som finns tillgängliga.

2. Inledning

Under 2008 genomförde Kompetenscentrum för kemiska bekämpningsmedel (CKB) ett antal riktade mätningar i vattendrag med avrinning från växthusanläggningar inom två områden i nordvästra Skåne med odling av prydnadsväxter, gurka och tomat (Kreuger et al., 2009). Ett relativt stort antal substanser påträffades och i flera fall var halterna höga. Underlaget var dock relativt begränsat med endast två provpunkter och med provtagning under en kortare period (juni – oktober).

Syftet med en uppföljande och mera omfattande screeningundersökning, som den som nu har genomförts, har varit att få en bättre underbyggd bedömning av hur läckaget av växtskyddsmedel från växthus till ytvatten ser ut i dagsläget, efter det att åtgärder vidtagits av odlare och myndigheter under senare år (bl.a. ny lagstiftning och förbättrad utbildning). Målsättningen med undersökningen har varit att inkludera provpunkter i vattendrag nära växthus med olika odlingsinriktningar och odlingsätt samt att inkludera så många relevanta växtskyddsmedel som var möjligt i analyserna.

Växthus möjliggör åretruntodling vilket innebär att växtskyddsmedel i princip kan behövas och komma till användning alla årets månader. Dessutom påverkas ämnenas nedbrytning av temperaturen, vilket ytterligare motiverar mätningar under den kalla årstiden. För att få en så komplett bild som möjligt av läckage av växtskyddsmedel från växthus var det därför angeläget att genomföra provtagningen under ett helt år. I denna undersökning har de två provpunkterna från 2008 inkluderats, samt ett antal nya områden där ambitionen har varit att placera provpunkterna så nära växthusen som möjligt.

För att kunna peka på att de aktiva substanser som hittas i vattendragen verkligen kommer ifrån växthusen var det viktigt att få med så många som möjligt av de aktiva substanser som används inom växtproduktion i kommersiella växthus i analyserna. Dessutom har uppgifter om användning av växtskyddsmedel i växthusen samlats in för att kunna koppla användningen till det som eventuellt kan påvisas i vattendragen.

Vid mätningarna 2008 hittades vissa pyretroider men även gamla klorerade substanser (ffa endosulfan) i vattendrag nära växthus med prydnadsväxter. Proverna från provpunkterna nedströms prydnadsväxtodling har därför även analyserats med en metod som omfattar denna typ av opolära växtskyddsmedel, utöver de metoder för semipolära och polära ämnen som alla prover analyserats med.

Undersökningar av vattendrag i närheten av växthus, som denna, har bara gjorts enstaka gånger tidigare i Sverige. Däremot har provtagningar av vattendrag som avvattnar avrinningsområden dominerade av jordbruksmark gjorts flertalet gånger, både på nationell nivå och regional nivå (Boström et al, 2016; Lindström et al, 2017; Nanos & Kreuger, 2017). Sedan 2002 pågår en löpande nationell miljöövervakning av fyra avrinningsområden i intensiva jordbruksområden, ett vardera i Skåne, Halland, Västra Götaland och Östergötland (Lindström et al, 2015; Nanos & Kreuger, 2015). Utöver dessa så kallade typområden, där även uppgifter om bekämpningsmedelsanvändningen samlas in från lantbrukarna, provtas två större vattendrag i Skåne. För att få en bättre förståelse för resultaten från denna undersökning av ytvatten vid växthusområden jämförs de med miljöövervakningsdata för 2015 - 2017 från typområdet i Skåne och Halland samt en av åarna i Skåne.

Bakgrund växthusodling i Sverige

Odling i växthus i Sverige sker på en relativt begränsad areal som under 2017 uppgick till totalt ca 286 ha, varav 250 ha uppvärmda växthus, och med odling av prydnadsväxter på ca 148 ha, köksväxter på ca 133 ha och bär på ca 6 ha (SJV, 2018). Huvuddelen av växthusarealen för köksväxter bestod av odling av gurka och tomat (81%), med totalt 187 st gurkodlare och 216 st tomatodlare i Sverige 2017. Motsvarande siffror för prydnadsväxtodling finns dock inte lättillgängligt, då den odlingen är betydligt mera uppdelad på flera olika kulturer, det vill säga olika växtslag.

Enligt Jordbruksverket (2018) fanns lite drygt 50% av den totala växthusarealen i Skåne. För köksväxtodlingen är lokaliseringen till Skåne dominerande, ca två tredjedelar av dess odlingsareal finns i länet, medan prydnadsväxtodlingen däremot är mera utspridd över landet, med en del stora odlingar nära bland annat Stockholm och Göteborg.

Beståndet av växthus är varierande med olika typer, storlekar och åldrar, vilket även kan vara fallet inom ett och samma företag. Av den totala arealen utgörs 62 % av växthus som är mer än 20 år gamla. Medelarealen för ett svenskt växthusföretag var 3 850 m², men varierar mycket över landet och är som störst i Skåne med 8 170 m². Det är vanligt att ett växthusföretag byggs i etapper under en längre period och därför består av olika byggnadstyper, som kan vara hopbyggda eller ligga separat i förhållande till varandra. Växthus av s.k. venlotyp (blockhus) är särskilt utbredd inom grönsaksodlingen, medan det inom prydnadsväxtodlingen är mera typiskt med en kombination av fristående växthus och blockhus samt dubbelplasthus. Inom prydnadsväxtodling är det också vanligt med en viss produktion utomhus på markytor i direkt anslutning till växthusen. Få anläggningar har i sin helhet byggts under 2000-talet.

De flesta anläggningar har byggts på mark som tidigare utgjorts av odlingsmark med lantbruksgrödor. Flertalet av anläggningarna ligger också i odlingsområden med lantbruk. Få odlare känner i detalj till hur marken under växthus är dränerad och åt vilket håll en dränering leds. Här kan det röra sig om äldre lantbruksdräneringar av varierande funktion. Dränering är ofta lagd runt om växthusmuren i samband med byggnation för borttransport av vatten från tak (Hallgren et al, 2013).

Odling av de stora grönsakskulturerna gurka och tomat sker nästan undantagslöst i någon form av substrat (stenull, pimpsten, perlite), som placeras direkt på markytan eller i särskilda odlingsrännor. Odling direkt i mark förekommer uteslutande i ekologiska odlingar.

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

Vatten tillförs plantorna via ett bevattningssystem eller via slangvattning. I grönsaksodling används droppbevattning som förser varje planta med vatten direkt till krukans/kubens. I prydnadsväxtodling tillförs vatten underifrån genom bevattning i rännor eller på s.k. ebb- och flodbord eller ovanifrån genom bevattningsramp, dysor, dropp eller slang. För grönsakskulturer ges all växtnäring via bevattningssystemet, medan det för krukväxter och utplanteringsväxter finns en del växtnäring i odlingssubstratet från början och växtnäring med vattnet utgör ett komplement. Det vatten som plantorna inte tar upp efter bevattning dräneras bort från plantorna. För detta ändamål har man särskilda rännor som samlar upp dräneringsvattnet ute i växthuset – olika utformade och anpassade för grönsaksodling respektive prydnadsväxtodling och det bevattningssystem som man har. Det uppsamlade

vattnet leds antingen till bassänger inne i de enskilda växthusen (vanligt bland prydnadsväxtodlare) eller till centralt belägna bassänger där gödslingsutrustningen är placerad (vanligt hos grönsaksodlare). Någon form av rening för att kontrollera patogener (svampar, bakterier, virus) är vanligt innan vattnet återanvänds och för detta finns olika tekniker.

Golven i växthus kan i vissa fall bestå av helgjutna betonggolv men betydligt vanligare är att ha mitt- eller sidogångarna av betong och resten av marken av makadam eller annan hårdgjord men genomsläpplig yta. I grönsaksodlingar täcks denna yta av plast eller markväv och i prydnadsväxtodlingar som vanligtvis har lite mera betonggångar är ytan öppen eller täcks med markväv som släpper igenom vatten.

Appliceringsteknik i växthus

Tekniken för att applicera växtskyddsmedel i växthuskulturer skiljer sig radikalt från den fältmässiga användningen på åkermark, men också mellan de olika produktionsinriktningarna. Både skillnaderna i hantering och sprutning påverkar riskerna för läckage. Nedan följer en kortfattad beskrivning av två huvudinriktningar när det gäller bekämpningsteknik i växthus, sprutning och vattning. För en mer detaljerad beskrivning hänvisas till Löfkvist et al. (2009).

Sprutning av växtskyddsmedel

I de allra flesta fall sprutas växtskyddsmedlen ut. Detta sker med hjälp av högtryckssprutor eller i vissa fall med så kallad kalldimning.

Vid användning av högtrycksspruta kopplas valbar appliceringsutrustning till sprutan. I *prydnadsväxtodlingar* är det vanligtvis en lans med ett eller några munstycke i änden av lansens. Sprutlansen förs sedan med svepande rörelser över plantorna manuellt av en sprutförare. I vissa odlingar finns det fast monterade horisontella sprutramper i taket som kopplas till sprutan och dessa körs sedan över plantorna.

I *grönsakssammanhang* använder man ofta högtrycksspruta som kopplas till en sprutrobot. Den går själv på värmerören i gångarna och sprutföraren behöver bara flytta roboten till en ny gång då den kommer tillbaka till mittgången. Roboten har en vertikal sprutramp som sprutar rakt ut på plantorna på den ena sidan på vägen in i gången och på andra sidan på vägen ut ur gången.

Tekniken i växthus bygger på höga tryck, små munstycken och mycket stora vätskemängder; mellan 75-150 l per 1000 kvm. Spruttekniken skiljer sig från applicering utomhus, eftersom man i växthus alltid stänger luftluckorna vid sprutning och därmed inte måste ta hänsyn till vindavdrift.

Vid kalldimning används kalldimningaggregat som kan vara fast installerade i växthusen eller stå på ställningar som rullas in i växthusen vid användningstillfället. Dessa har en behållare som fylls med sprutvätska och en mycket liten mängd vatten. Preparatet förs sedan ut genom ett spridningsaggregat som ger en mycket fin dimma och en fläkt fördelar sedan ut dimman till plantorna. Denna metod är dock inte lika frekvent använd i dag som tidigare.

Vattning av växtskyddsmedel

När växtskyddsmedel tillförs via vattning i *prydnadsväxtodlingar* sker detta vanligtvis inte via det ordinarie bevattningssystemet. Man kan istället antingen sprutvattna ut det genom att använda en sprututrustning med stort flöde eller använda så kallad pipvattning där varje kruka

vattnas. Vanligtvis blandas preparatet i en spann eller tunna i vilken man har en dränkbar pump och en slang som man vattnar ut lösningen med.

Vid vattning av växtskyddsmedel i prydnadsväxtodling är det betydligt större vätskemängder som går åt än vid sprutning och eftersom det är större volymer än vid sprutning kan vara ett externt bevattningsförfarande som inte ingår i det recirkulerande systemet så finns det en betydligt större risk för att läckage uppstår.

I *grönsaksodlingar* är det brukligt att utvattning av preparat sker genom det hålls i gödselblandaren och sedan vattnas ut via droppbevattningen i den sista vattningen under dagen.

3. Material och metoder

Provtagning

Provtagning av ytvatten genomfördes under ett helt år med början 2017-06-26 och med avslut 2018-07-02. Prover samlades in från sju olika vattendrag och med uppströms- nedströmsprovtagning från tre av dessa vattendrag. Från januari 2018 lades en kompletterande punkt till nedströms i ett av vattendragen för att inkludera dräneringsflöde från ytterligare en del av växthusområdet, så totalt samlades prover in från elva enskilda provpunkter (Tabell 1). Prover togs var 14:e dag under hela provtagningsperioden, med undantag för julhelgen då det blev 21 dagar mellan två provtagningar.

Insamlingen av prover genomfördes med två olika provtagningstekniker, momentanprovtagning (i alla lokaler, totalt 278 prover) och tidsintegrerad TIMFIE-provtagning (i fyra lokaler, totalt 81 prover).

Momentanprovtagning

Momentanprovtagning innebär att ett vattenprov samlas in vid ett givet tillfälle med en flaska direkt i vattendraget. Vid provtagningen i anslutning till prydnadsväxtsodlingar fylldes en 1-liters glasflaska för att möjliggöra bestämning av växtskyddsmedel med tre olika analysmetoder (OMK 51, 57, 58), vid övriga platser användes en 0,2-liters glasflaska och provet analyserades med två metoder (OMK 57, 58) (Tabell 1). Flaskan fästes i en hållare monterad på ett långt skaft, så att provet kunde tas en bit ut i den strömmande delen av vattendraget. Hållaren möjliggjorde även provtagning från en kulvert vid provpunkt SN11 (via en dagvattenbrunn). Flaskor placerades i särskilda isolerade boxar med kylklampar direkt efter provtagning och skickades samma dag till analyslaboratoriet med företagspaket.

TIMFIE-provtagning

Då eventuella läckage från växthusområden kan antas ske i kortare pulser snarare än kontinuerligt, och därmed riskera att missas vid momentanprovtagning, kompletterades denna metodik med en tidsintegrerad provtagning i tre av provpunkterna och senare (från april 2018) även i en fjärde. För detta ändamål användes den av CKB utvecklade TIMFIE provtagaren (Time-Integrating, MicroFlow, In-line Extraction) (Jonsson et al, 2019), vars princip visas i Figur 1.

Tabell 1. Översikt över provpunkter som ingick i screeningen, avrinningsområdets (ARO) storlek, typ av vattendrag, samt antalet prover och använda analysmetoder per provpunkt (beskrivs i avsnitt *Analysmetodik*)

Provpunkt	ARO km ²	Vattendrag		Momentan- prover	TIMFIE- prover	Analysmetoder (OMK)
		Typ	Provpunkts- placering [#]	Antal	Antal	
TU1		Bäck	U	24		57, 58
TN2	15	Bäck	N	26		57, 58
PU3		Större å	U	27		57, 58
PN4	212	Större å	N	27	25	51, 57, 58, 60
BU5		Större å	U	27		57, 58
BN6	96	Större å	N	27	25	51, 57, 58, 60
GB7	1	Bäck	N	27	6 ^a	51, 57, 58, 60
SP8	3	Bäck	N	27		57, 58
VB9	18	Bäck	N	27	25	57, 58, 60
SN10		Bäck	N*	27		51, 57, 58
SB11	7	Kulvert	N	12 ^b		51, 57, 58

U = Uppströms växthus; N = Nedströms växthus.

* Nedströms delar av växthusanläggningen.

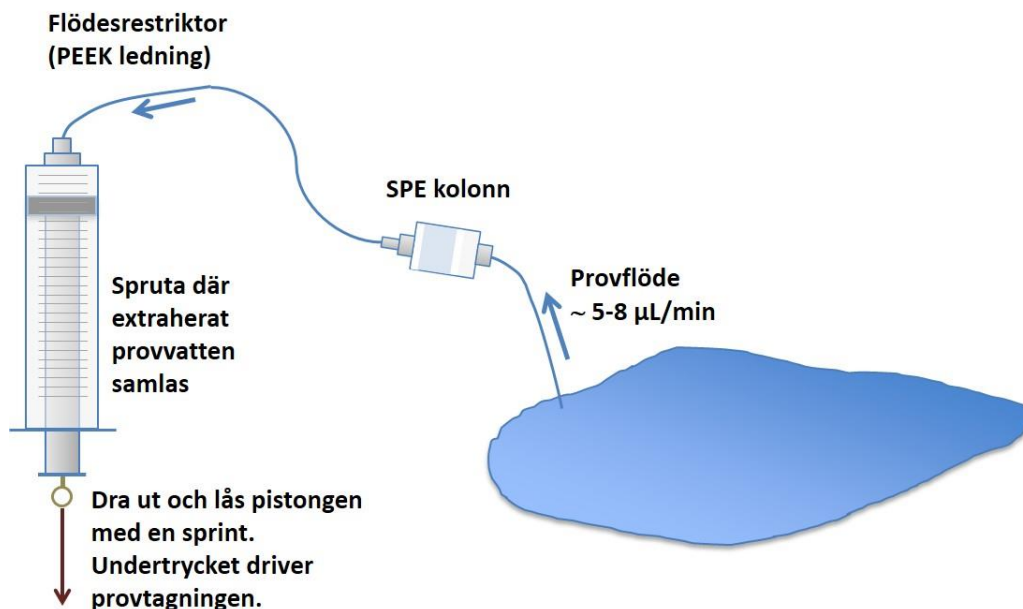
^a Provtagning endast april-juli 2018.

^b Provtagning endast januari-juli 2018.

Med denna metodik pumpas vatten vid ett mycket lågt flöde genom en extraktionskolonn (s.k. solid phase extraction, SPE), där de sökta substanserna fastnar, och in i en spruta där provvolymen kan bestämmas. Extraktionen sker kontinuerligt i fält under en längre tid och den efterföljande analysen av provet ger därför medelkoncentrationen för de olika substanserna under denna tid. Drivkraften för pumpningen av vattnet är ett undertryck i sprutan som fås genom att dra ut pistongen och låsa den med en sprint. Ingen elförsörjning eller batterier behövs därmed. Flödes hastigheten bestäms av dimensionerna på den flödesrestriktor (tunn plastledning) som sitter monterad mellan SPE-kolonnen och sprutan. I tidigare TIMFIE-studier har provtagningstiden varit en vecka. I den här rapporterade studien modifierades TIMFIE-provtagaren för första gången så att den istället kunde samla vatten i två veckors tid. Med TIMFIE mättes således medelkoncentrationen av olika växtskyddsmedel under ett helt år, uppdelat på tvåveckorsperioder.

Appliceringen av TIMFIE-provtagare i fält under ett helt år krävde vissa anpassningar beroende på provpunktens beskaffenhet och de under året mycket skiftande vattenflödena och temperaturerna. Vanligen monterades TIMFIE-provtagaren på ett aluminiumskaft som förankrades i land och vid behov även i sidled. På detta sätt kunde vatten samlas en bit ut i vattendraget i ungefär samma position som momentanprovet togs. För att kunna utföra TIMFIE-provtagning även under vintern utan att vattnet i provtagaren frös till is (vilket resulterar i att provtagningen avstannar) monterades hela provtagaren under vattenytan/isen.

Den genomsnittliga provvolymen för 90 insamlade prover (inklusive ett antal dubbelprover) var 58 ml med en relativ standardavvikelse på 32 %. En stor del av variationen kan förklaras av att studien utfördes under ett helt år med bl.a. kraftigt skiftande vattenflöden och temperaturer. Temperaturen påverkar flödes hastigheten (ändrar provvattnets viskositet) och därmed den totala volymen insamlad under provperioden. För att delvis kompensera för denna effekt justerades provtagarens flödesrestriktor under året. Utmaningarna med skiftande vattenflöden i provpunkterna är främst att provtagaren kan hamna över vattenytan om vattennivån sjunker kraftigt. Vid en höjning av vattenståndet kan det istället bli svårt att hitta och hantera utrustningen vid avslutad provtagning. Det blir därför viktigt att veta hur vattenföringen varierar i det enskilda vattendraget och att försöka montera TIMFIE-provtagaren på ett så bra sätt som möjligt. Förutom några provtagare som inte samlade vatten alls alternativt en reducerad volym p.g.a. torrlagd utrustning var det även en provtagare som blev förstörd av en markberedningsmaskin.



Figur 1. Principen för den i studien använda TIMFIE-provtagaren. Kontinuerlig extraktion av sökta substanser i fält under två veckors tid ger ett tidsintegrerat prov.

Områdesbeskrivning

Provpunkterna ligger i södra Sverige, i områden där det bedrivs intensiv växthusodling och med mycket varierande storlek på avrinningsområde (1 – 212 km^2) uppströms provpunkterna (Tabell 1). Två av provpunkterna befinner sig i åar med större vattenflöde, medan övriga punkter ligger i mindre bäckar, eller grävd kulvert, som är biflöden till lite större åar, som rinner med varierande flöde i det öppna odlingslandskapet. Samtliga provtagningspunkter som ingått i studien ligger i nära anslutning till växthusanläggningarna. Avståndet från växthus till provpunkt varierar mellan 15 – 600 meter och upp till 1600 meter i de fall när fler än ett växthus ligger inom samma avrinningsområde.

Tabell 2. Översikt över växthusanläggningarnas odlingsinriktning och antalet anläggningar vid respektive lokal

Provpunkt	Odlingsinriktning	Antal växthusföretag i avrinningsområdet	Provtagningspunkt i förhållande till växthus
TU1 och TN2	Grönsaksodling	1	Uppströms resp. nedströms odling
PU3 och PN4	Prydnadsväxtodling	1	Uppströms resp. nedströms odling
BU5 och BN6	Prydnadsväxtodling	2	Uppströms resp. nedströms odlingar
GB7	Grönsaksodling och prydnadsväxtodling	5	Nedströms odling
SP8	Grönsaksodling	1	Nedströms odling
VB9	Grönsaksodling	2	Nedströms odling
SN10 och SB11	Prydnadsväxtodling	1	Intill resp. nedströms odling

Totalt har sju växthusområden följts. Vid tre av områdena bedrivs grönsaksodling, vid tre prydnadsväxtodlingar och vid ett såväl grönsaks- som prydnadsväxtodling (Tabell 2). I tre av områdena finns två eller flera växthusodlingar inom avrinningsområdet, medan det i fyra områden endast finns en växthusanläggning. I samtliga fall finns även jordbruksmark i nära anslutning till provplatserna. Provtagningsupplägget ska ses som en generell undersökning av läckage från växthus och inte som en recipientkontroll av enskilda verksamheter.

Växthusanläggningarna i de olika avrinningsområdena varierar i storlek, ålder och teknisk utrustning. Nästan alla växthus har någon form av tekniskt system för uppsamling och recirkulering av dräneringsvatten från hela eller merparten av växthusytorna. Systemen för uppsamling varierar dock i ålder och täthet, vilket gör att risken för läckage till omgivande vattenmiljöer varierar stort. Information om odlarnas rutiner vid sprutning, påfyllnad och rengöring av sprutan samt hur vattenhanteringen i övrigt går till har samlats in i möjligaste mån som underlag för att identifiera möjliga risker för läckage. I prydnadsväxtodlingarna förekommer odling under årets alla månader, men med särskild tyngd på hösten och våren. I grönsaksodlingarna bedrivs odling under perioden januari-början november.

Växthusinventering

Alla växthusföretag inom de områden som ingick i undersökningen har kontaktats eller besökts vid flera tillfällen och uppgifter om bland annat odlingsystem och användning av växtskyddsmedel samlades in, i syfte att undersöka om det finns någon koppling mellan den användning som skett av växtskyddsmedel och förekomst i närliggande vattendrag.

De växthus som ingått i undersökningen är i de allra flesta fall representativa för hur ett svenskt växthusföretag ser ut. Anläggningarna är dock större än ett genomsnittligt växthusföretag. Samtliga anläggningarna består av flera växthusbyggnader, som uppförts successivt över en längre tidsperiod och flera anläggningar har både friliggande hus och

blockhus. Inom samma anläggning kan växthus byggda på 70-talet eller tidigare samt växthus byggda under 2000-talet finnas. Utrustning med bord och odlingsystem har gradvis byggts upp och kan inom en och samma anläggning ha olika utformning. Uppsamlingsystem för omhändertagande av dräneringsvatten har i de flesta fall skett efter att växthusen uppförts.

Samtliga odlingar förutom en har gångar av betong och markyta som är öppen, täckt av plastfolie eller markväv. En odling har helgjutna betonggolv i hela anläggningen.

I grönsaksföretagen förekommer odling såväl på upphängda rännor som i spannar, samtliga med uppsamlingsystem och recirkulering. Dessa odlingar har centralt placerade bassänger för omhändertagande av överskottsvatten och i anslutning till dessa finns reningsanläggning och gödslingsutrustning. I en odling sker odling i substrat på mark utan uppsamlingsystem.

I prydnadsväxtodlingarna sker odling helt eller i huvudsak på bord. Ett av företagen har viss markodling i del av anläggningen. I ett par av anläggningarna förekommer även odling av växter utomhus under vår, sommar och höst på markytor täckta av väv. Övervägande delen av bordsodlingen har uppsamlingsystem för omhändertagande av dräneringsvattnet. I något företag saknas uppsamling från del av anläggningen. Bassänger för överskottsvattnet är placerade, nedgrävda i de enskilda växthusen i de flesta fall, men något företag har centralt placerad bassäng för hela anläggningen.

Odlingsperioden hos grönsaksodlingarna är januari – oktober, enskilda företag har odling som påbörjas lite senare eller pågår lite längre beroende på växthusets tekniska status. Samtliga prydnadsväxtodlingar har produktion under hela året, men delar av odlingsytan kan vara avstängd under vinterperioden.

Applicering av växtskyddsmedel i de undersökta växthusen är representativ för hur användningen normalt sett går till rent generellt, med användning av både sprutning och vattning av växtskyddsmedel.

Analysmetodik

Samtliga bestämningar av växtskyddsmedel har utförts av laboratoriet för organisk miljökemi (OMK) vid Institutionen för vatten och miljö, SLU. Analysmetoderna för momentanprover är ackrediterade av SWEDAC och laboratoriet deltar regelbundet i internationella interkalibreringar. Analysmetoden för TIMFIE-prover är ännu inte ackrediterad men valideras enligt samma principer och procedurer som de ackrediterade metoderna. Den instrumentella delen av TIMFIE-metoden d.v.s. bestämningen med LC-MS/MS är identisk med den som används i OMK 57.

Vatten insamlat med momentanprovtagning analyserades med två respektive tre analysmetoder (OMK 57 och OMK 58 i alla lokaler och OMK 51 i lokaler nedströms prydnadsväxtodling). Totalt ingick 148 substanser i de tre analysmetoderna, varav 62 ogräsmedel, 41 svampmedel, 28 insektsmedel, 2 tillväxtreglerare (retarderingsmedel) och 14 nedbrytningsprodukter/biprodukter, samt en biocid. En fullständig lista över alla ingående substanserna, vilken analysmetod som använts för vilken substans i de olika vattenproverna, samt substansernas detektionsgräns och kvantifieringsgräns finns i Bilaga 1. Analysmetoderna beskrivs kortfattat i Tabell 3.

Tabell 3. Kortfattad beskrivning av analysmetoder ackrediterade för analys av växtskyddsmedel i ytvatten vid laboratoriet för organisk miljö kemi 2018 (OMK 51, 57, 58), samt av den icke ackrediterade TIMFIE-metoden (OMK 60)

Analysmetod	Antal*	Typ av substanser	Förbehandling	Extraktion/ filtrering	Detektionsmetod [†]
OMK 51	24	Opolära/ semipolära		Vätskeextraktion med diklormetan	GC-MS (NCI), GC-MS/MS (EI)
OMK 57 ^{††}	109	Semipolära/ polära	pH justeras till ca 5	Filtrering (0,2 µm) [#]	LC-MS/MS (+ESI)
OMK 58 ^{††}	15	Semipolära/ polära (sura)	pH justeras till ca 2,5	Filtrering (0,2 µm) [#]	LC-MS/MS (-ESI)
OMK 60	106	Semipolära/ polära		Extraktion (SPE) i fält	LC-MS/MS (+ESI)

* Antal substanser som ingick i respektive analysmetod.

† GC-MS: Gaskromatografi med masselektiv detektion; LC-MS/MS: vätskekromatografi med tandem masspektrometri; NCI: negativ kemisk jonisering; EI: elektronjonisering; ESI: elektronsprayjonisering (+ positiv och - negativ).

†† Analyserat med online SPE (fastfasextraktion).

Internstandarder tillsätts innan filtrering för att kompensera för eventuella förluster över filtret och för bindning till partiklar.

Analysmetod OMK 57/58 (Jansson & Kreuger, 2010) används vid OMK-laboratoriet för analys av ett stort antal substanser i yt- och grundvattenprover sedan 2009 och regnvattenprover sedan 2010 inom ramen för den svenska miljöövervakningen. Metoderna möjliggör analys av ett stort antal substanser samtidigt från ett och samma prov, har låga detektionsgränser och hög säkerhet.

Merparten av ämnena som ingår i OMK 57 kan även bestämmas efter TIMFIE-provtagning (Jonsson et al., 2019) med analysmetod OMK 60 (106 st). För att möjliggöra extraktion och bestämning av ett så stort antal ämnen som möjligt, med mycket skiftande fysikalisk-kemiska egenskaper, användes två olika SPE-kolonner kopplade efter varandra på TIMFIE-provtagaren, först ett adsorbent bestående av en relativt hydrofob polymer och sedan en svag anjonbytare. De båda seriekopplade kolonnerna hanteras som en enhet och resulterar efter provupparbetningen på analyslaboratoriet i ett gemensamt extrakt som analyseras med LC-MS/MS metoden som ingår i OMK 57. Då TIMFIE-provtagningen möjliggör en extra uppkoncentrering av de sökta ämnena redan under provtagningen (extraktionen i fält) är detektions- och kvantifieringsgränsen för merparten av de ingående ämnena i metod OMK 60 ca 2-10 gånger lägre än med motsvarande bestämning med OMK 57 (se Bilaga 1).

Analysen av TIMFIE-prover kompletterades under 2018 med bestämning av klormekvat (tillväxtreglerare) då insamlade sprutjournaler visat att detta är en frekvent använd substans i prydnadsväxtodling. Klormekvat ingår i en grupp mycket polära ämnen som inte kan inkluderas i generella multimetoder, så för detta ändamål utvecklades en separat analysmetod. Som SPE-adsorbent för TIMFIE användes en svag katjonbytare som monterades i serie med ordinarie SPE-kolonner och sedan hanterades separat enligt ett eget protokoll. För LC-MS/MS bestämningen av klormekvat utvecklades en separat kromatografimetod, enligt HILIC principen (hydrophilic interaction chromatography), anpassad för extremt polära ämnen. Analysen av klormekvat är komplicerad och extraktionssteget osäkert varför resultaten ska betraktas som kvalitativa snarare än kvantitativa. Den instrumentella

bestämningen av extrakten, dvs. LC(HILIC)-MS/MS delen av metoden, fungerar dock bra med god känslighet och repeterbarhet.

Halter som är markerade med kursiv stil i Bilaga 6 (momentanprover) och Bilaga 7 (TIMFIE-prover) är så kallade spårhalter. Det betyder att halten var över detektionsgränsen (LOD) men under kvantifieringsgränsen (LOQ) och är därmed inte kvantifierad med samma precision som halter över LOQ.

Riktvärden

De uppmätta halterna i studien jämförs med riktvärden för respektive substans för att kunna bedöma möjlig påverkan från olika substanser på vattenlevande organismer. Ett riktvärde anger den högsta halten av en substans som inte förväntas ge några negativa effekter på vattenlevande organismer. De riktvärden som används i denna rapport är desamma som tillämpas inom den nationella miljöövervakningen. I första hand används gränsvärden för kemisk ytvattenstatus som gäller för prioriterade ämnen på EU-nivå, och som inkluderar några bekämpningsmedel, samt bedömningsgrunder för särskilda förorenande ämnen (SFÄ), båda upptagna i Havs- och vattenmyndighetens författningssamling HVMFS 2013:19.

Utöver dessa används de riktvärden som Kemikalieinspektionen tog fram 2004 som ett delmål under miljömålet ”Giftfri miljö” (Kemikalieinspektionen, 2004). År 2007 uppdaterades några av dem på uppdrag av Naturvårdsverket (Kemikalieinspektionen 2007; NV, 2008). SLU har också tagit fram preliminära riktvärden för de substanser som ännu inte har några officiella riktvärden (Asp & Kreuger, 2005; Andersson et al., 2009; Andersson & Kreuger, 2011) och på senare år har även värden från franska databasen Agritox (Agritox, 2018) och i enstaka fall från University of Herfordshire Pesticide Properties Database (PPDB, 2018) använts.

Insekticiden imidakloprid hade tidigare ett preliminärt riktvärde framtaget av SLU på 0,06 µg/l (Andersson & Kreuger 2011). I den senaste ändringen av HVMFS 2013:19 (HVMFS 2018:17), som trädde i kraft 2019-01-01, togs dock imidakloprid upp som SFÄ med bedömningsgrunden 0,005 µg/l. I denna rapport har vi valt att i första hand jämföra med det äldre riktvärdet på 0,06 µg/l eftersom det var det som gällde under den period då studien genomfördes. Vissa jämförelser görs dock med den nya bedömningsgrunden. Alla riktvärden som används i denna rapport redovisas tillsammans med sina referenser i Bilaga 2.

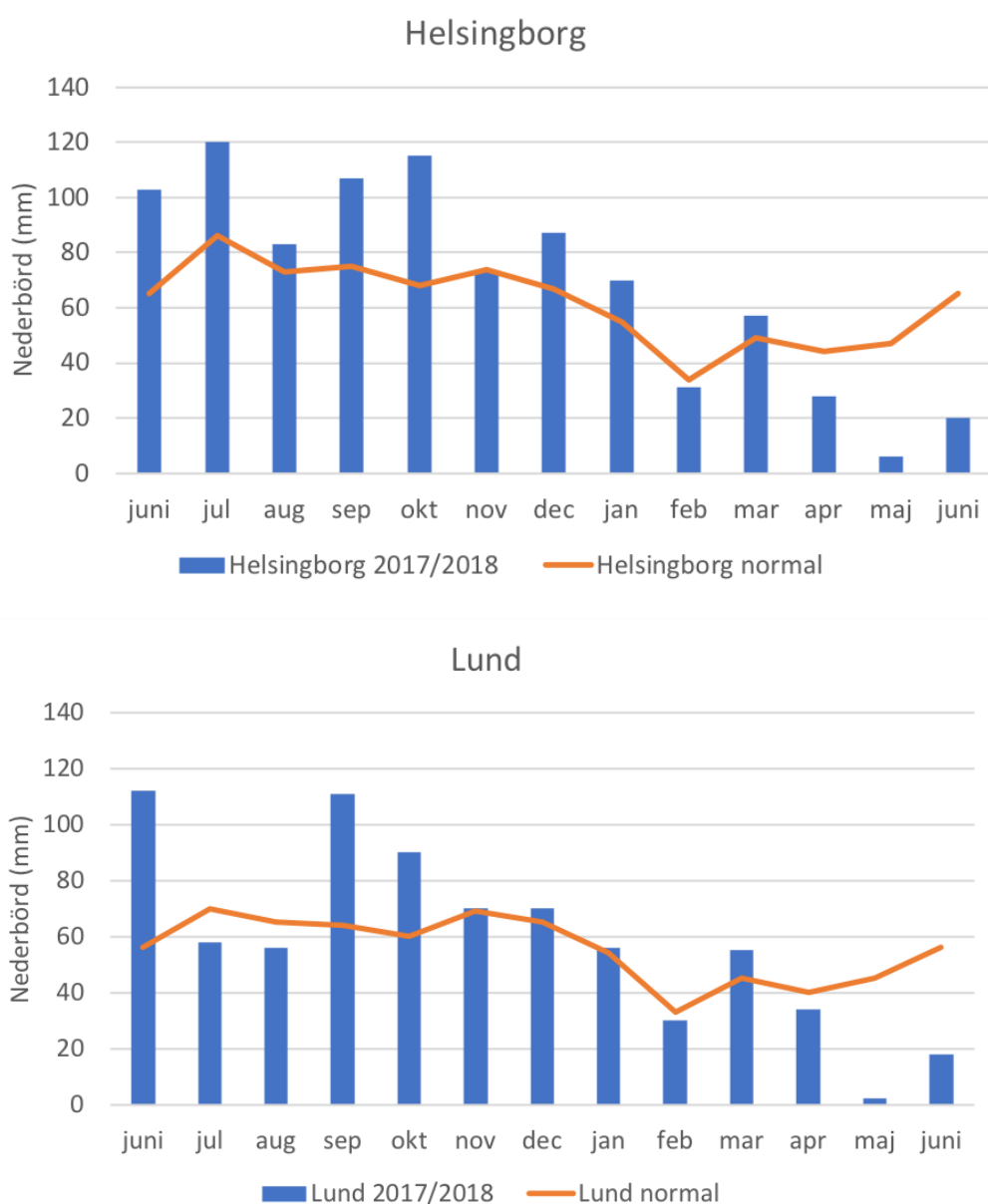
Nationell miljöövervakning av bekämpningsmedel i jordbruksområden

För att ge perspektiv på analysresultaten från denna undersökning, med fokus mot växthusområden, jämförs halterna med resultat från den löpande nationella miljöövervakningen av växtskyddsmedel i jordbruksområden (NMÖ). I NMÖ:s typområden (bäckar) sker tidsintegrerad provtagning med hjälp av automatiska ISCO-provtagare som tar ett delprov var 90:e minut under en vecka. Dessa samlingsprov visar medelkoncentrationen för de substanser som passerat i vattendraget under veckan. Proverna samlas in veckovis mellan maj och oktober, den period då bekämpningsmedelsanvändningen i jordbruket är som störst. I Skånes och Hallands typområden samlas prov in även under resterande delen av året, men då i tvåveckorsintervaller. Ytvattenprovtagningen i de två större åarna görs genom momentan provtagning, en till två gånger per månad mellan maj och oktober. Alla ytvattenprover analyseras på samma sätt som angetts ovan för momentana prover och på samma laboratorium, vilket underlättar jämförelsen mellan denna undersökning och den nationella miljöövervakningen. I denna rapport används NMÖ:s analysdata från projektåren 2015 – 2017 (ordinarie säsong och vintersäsong) för tidsintegrerade ytvattenprov från

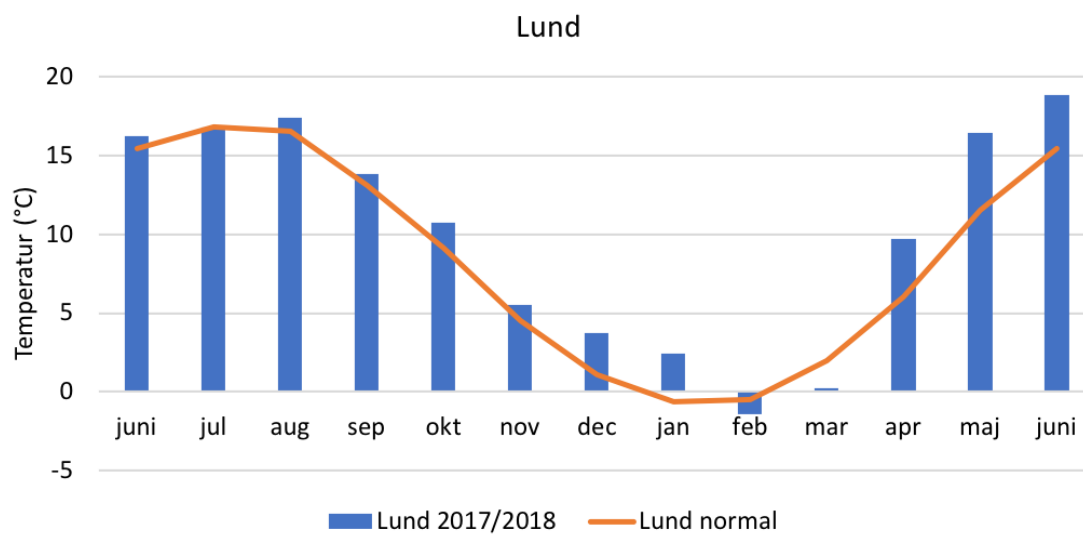
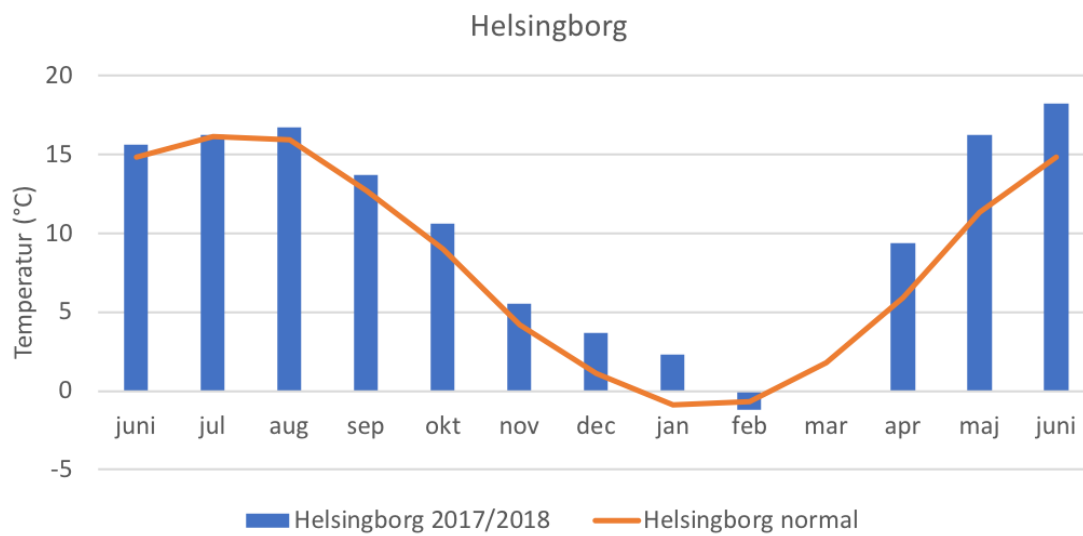
typområdet i Skåne (avrinningsområde 8 km²) och Halland (14 km²), samt för momentanproverna från det större vattendraget Skivarpsån (102 km²) i Skåne.

4. Väder och vattenföring

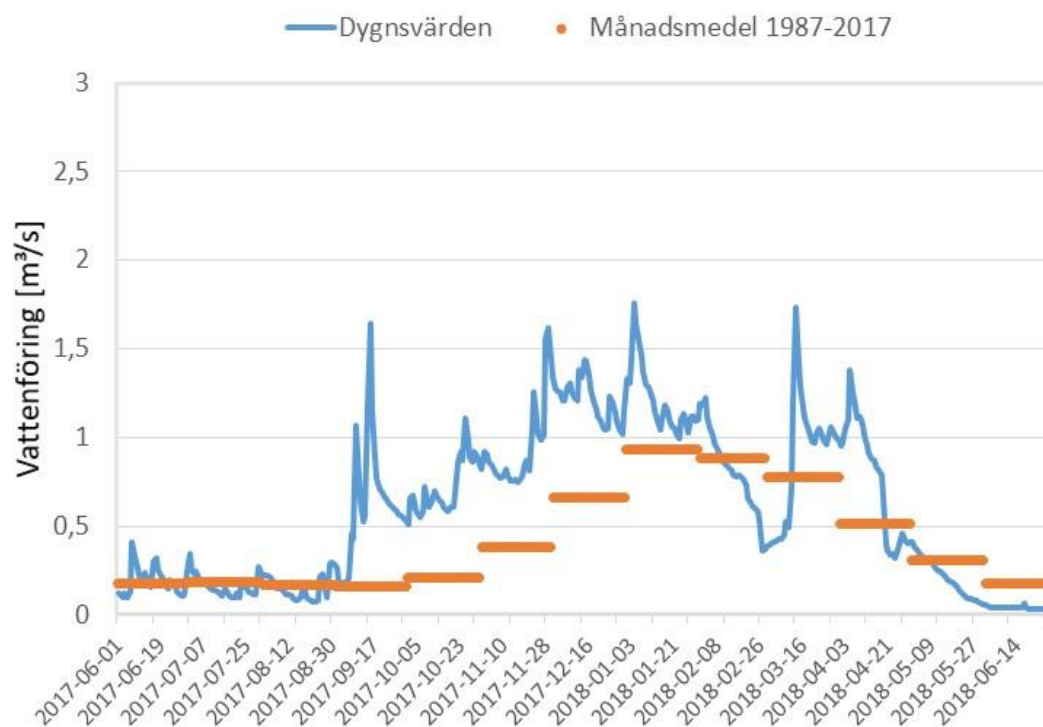
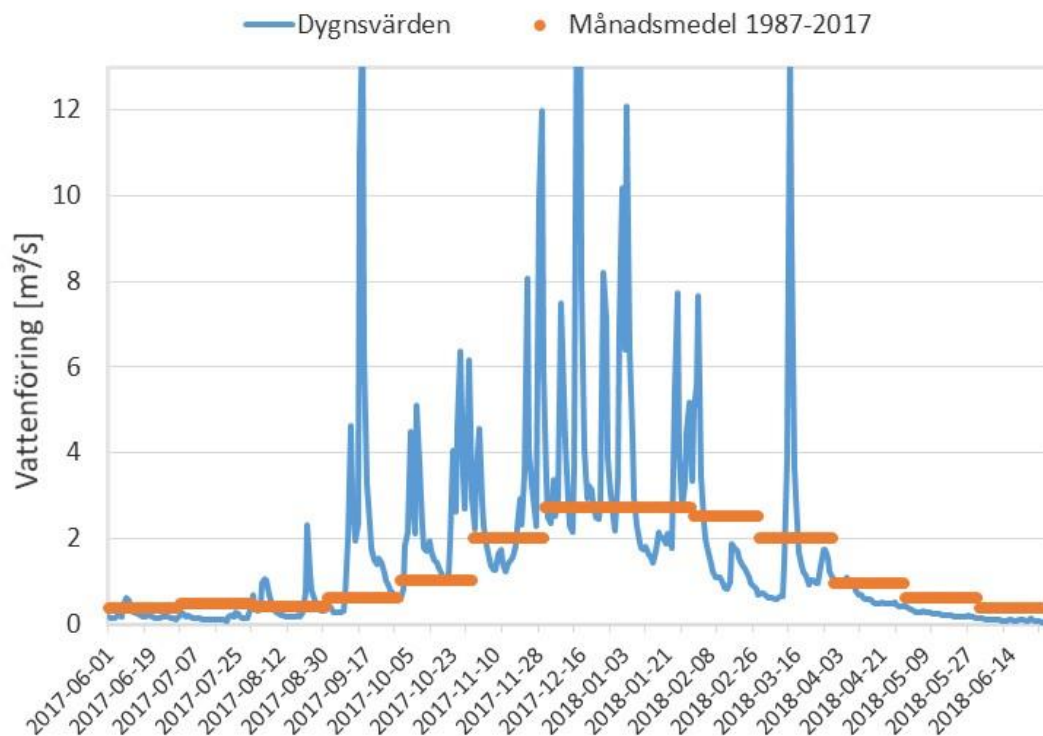
Flödena i vattendragen där proverna togs varierade kraftigt under provtagningsperioden och mellan de olika provplatserna. Perioden började med en ovanligt nederbördsrik sommar med normala temperaturer som övergick i en lika blöt men mild höst och vinter (Figur 2 och 3). Detta gjorde att vattenflödena var kraftiga vid samtliga provplatser under hösten och vintern 2017 – 2018. Vintern följdes av en ovanligt varm och torr vår och försommar 2018 vilket å andra sidan innebar att flödena var ovanligt låga under maj och juni och mot slutet av provtagningsperioden var ett par av provplatserna torrlagda. Detta exemplifieras med vattenflödesdata från två SMHI-stationer i västra Skåne i Figur 4.



Figur 2. Uppmätt månadsnederbörd (mm) vid två lokaler i SV och NV Skåne juni 2017 – juni 2018, jämfört med normalnederbörd vid samma lokal (1961-1990). Data från SMHI.



Figur 3. Uppmätt medeltemperatur (°C) månadsvis vid två lokaler i SV och NV Skåne juni 2017 – juni 2018, jämfört med normaltemperatur vid samma lokal (1961-1990). Data från SMHI.



Figur 4. Medelvattenföring per dygn (m^3/s) i juni 2017 – juni 2018 jämfört med medelflödet per månad (1987-2017) vid SMHIs vattenföringsstation Råån (station nr 2127; övre) och Segeå (station nr 1879; nedre) som avvattnar 156 km^2 respektive 52 km^2 . Dessa lokaler visas som exempel då det inte fanns vattenföringsmätningar i de vattendrag som ingick i undersökningen. Observera olika skalor på y-axeln.

5. Resultat

Fynd av substanser

Totalt påträffades 105 olika substanser vid minst ett tillfälle i vattenprover under hela provtagnings säsongen 2017/2018, varav 92 i momentanprover och 80 i TIMFIE-prover.

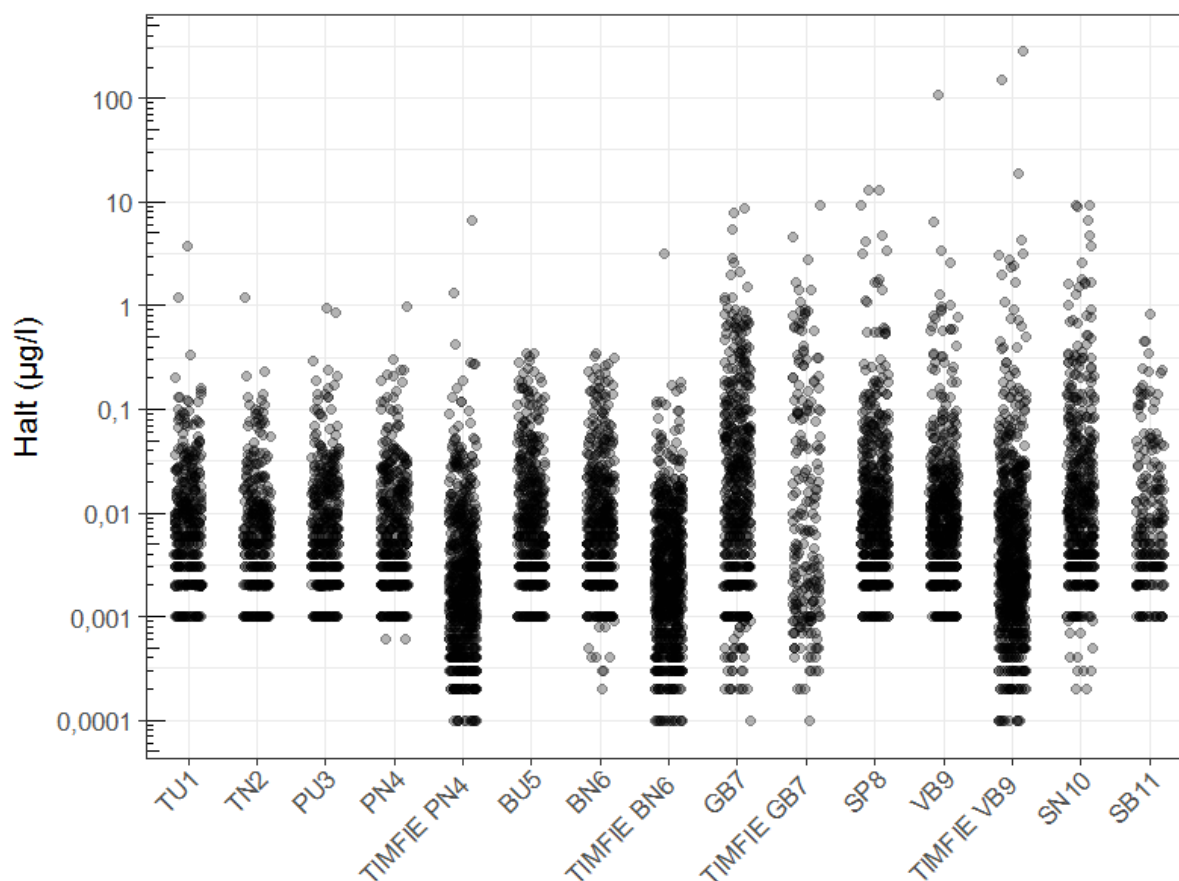
Vid de enskilda provpunkterna påträffades mellan 34 och 61 olika substanser i momentanproverna vid minst ett tillfälle (Tabell 4) och i TIMFIE-proverna påträffades mellan 54 och 64 olika substanser (Tabell 5). Högsta halten av en enskild substans i momentanprover var 107 µg/l av propamokarb som återfanns i sista provet, juli 2018, från lokal VB9. Den högsta halten som uppmättes i TIMFIE-proverna var i motsvarande prov i juli 2018 från lokal VB9 där propamokarb uppmättes i 298 µg/l. Analysresultaten för momentanproverna sammanfattas i Bilagorna 3 - 5 och redovisas per provpunkt i Bilaga 6. Analysresultaten för de tidsintegrerade proverna med TIMFIE redovisas per provpunkt i Bilaga 7. Halter för vissa substanser med växthusanvändning redovisas per provpunkt i Bilaga 8.

Tabell 4. Sammanfattning av fynd från momentanprovtagning i ytvatten från lokaler i områden med växthusodlingar

Provpunkt	Antal substanser	Högsta summahalt (µg/l)	Högsta halt enskild substans (µg/l)	Substans
TU1	46	4,5	3,8	MCPA
TN2	43	0,8	0,23	MCPA
PU3	46	1,4	0,95	prosulfokarb
PN4	50	1,6	0,92	prosulfokarb
BU5	46	1,1	0,35	mekoprop
BN6	53	1,1	0,35	mekoprop
GB7	55	19,5	8,6	propamokarb
SP8	52	24,0	13	imidakloprid
VB9	61	111,4	107	propamokarb
SN10	48	25,1	9,4	acetamiprid
SB11	34	2,1	0,83	azoxystrobin

Tabell 5. Sammanfattning av fynd från tidsintegrerad (TIMFIE) provtagning i ytvatten från lokaler i områden med växthusodlingar

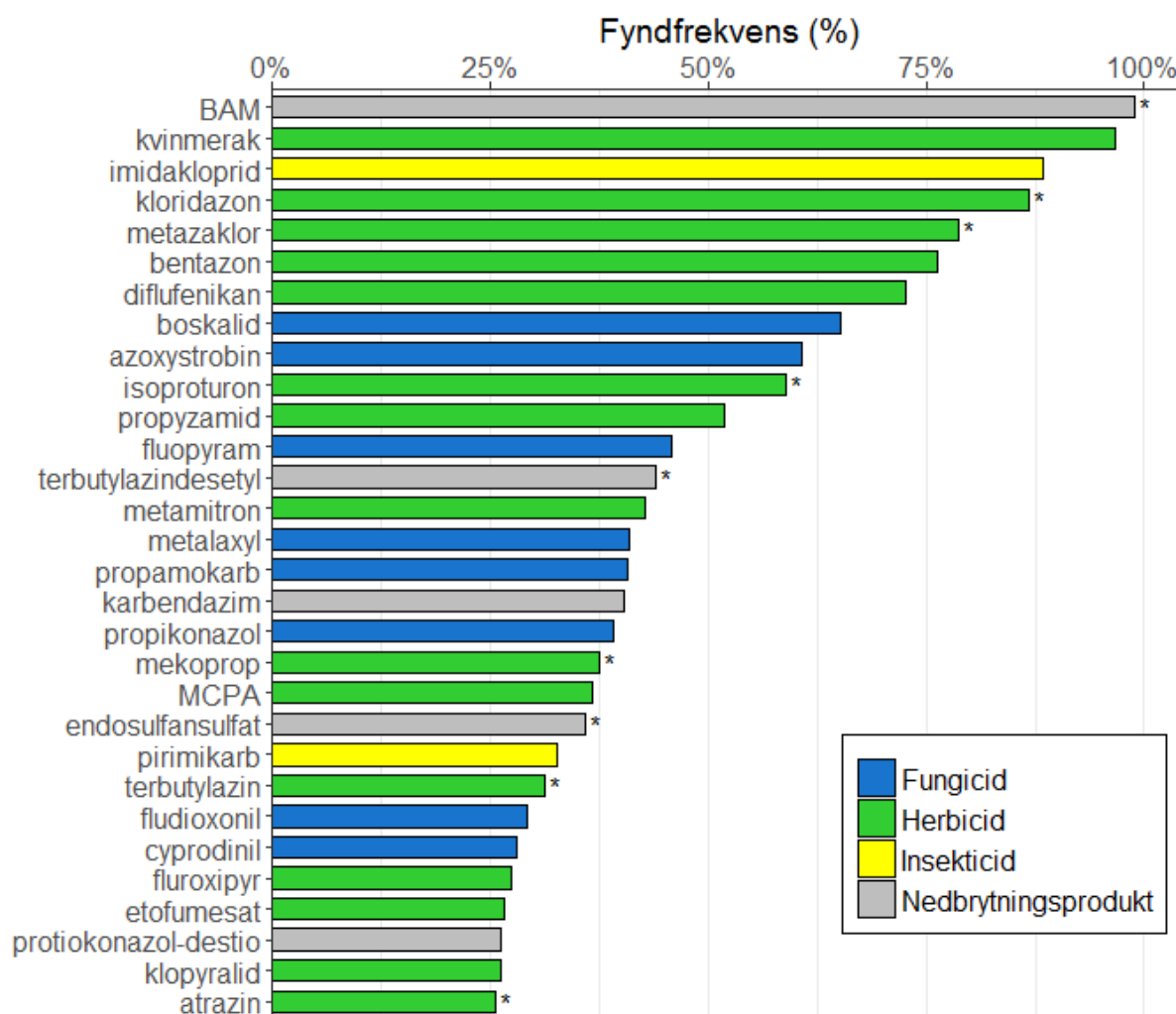
Provpunkt	Antal substanser	Högsta summahalt (µg/l)	Högsta halt enskild substans (µg/l)	Substans
PN4	54	8,6	6,7	prosulfokarb
BN6	55	3,6	3,2	metamitron
GB7	57	15,1	9,2	pymetrozin
VB9	64	291,3	289	propamokarb



Figur 5. Fördelning av samtliga uppmätta halter per provpunkt 2017 - 2018.

Alla uppmätta halter i studien redovisas per provpunkt i Figur 5. Resultaten visar att det finns fler förhöjda halter, över 1 µg/l, i de fyra områdena GB7, SP8, VB9 och SN10 än i vatten från övriga tre områden (TN1/TN2, PU3/PN4 och BU5/BN6).

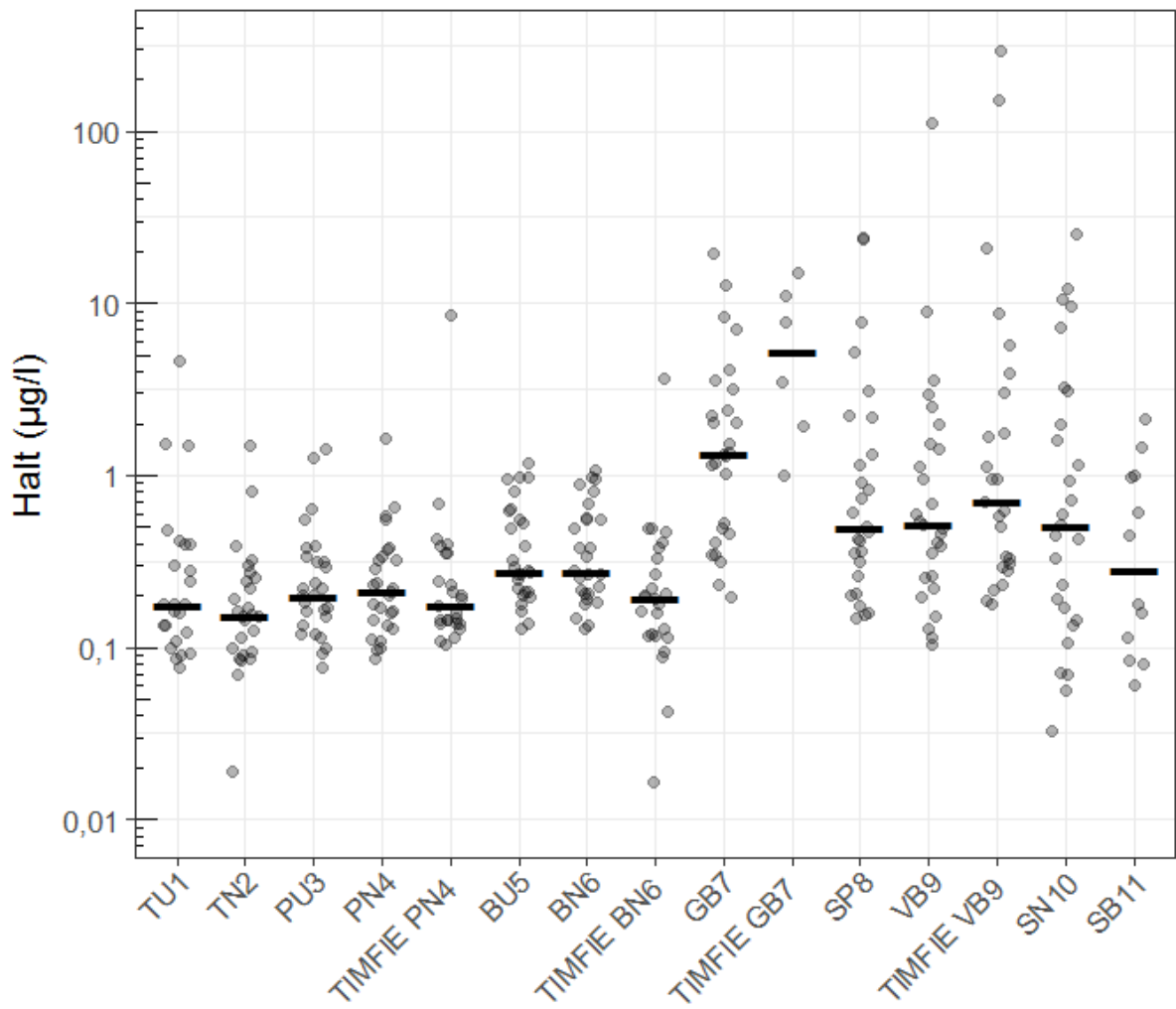
I Figur 6 visas fyndfrekvensen för alla substanser som hittats i minst 25 % av alla momentanprover (30 st), uppdelat per substanstyp. Substanser som inte var registrerade för försäljning 2017/2018 har markerats med en asterisk vid slutet av stapeln. BAM är den substans som detekterats i störst andel prover (98,9 %). BAM är en nedbrytningsprodukt till den förbjudna substansen diklobenil som ingick i totalbekämpningsmedlet Totex strö vilket hade stor användning utanför jordbruket mot oönskad vegetation på t.ex. grusgångar, gårdsplaner och industritomter, fram tills produkten avregistrerades 1989. Kvinmerak är den substans som detekterats i näst flest prover (97 %) och är ett ogräsmedel som används i odlingar av raps och rybs. Fram till 2016 fick kvinmerak även användas i en produkt mot ogräs i odlingar av sockerbetor. Den tredje vanligast detekterade substansen är insektsmedlet imidakloprid (88,5 %) som är tillåten för användning i odling av paprika, tomat och gurka i växthus. Imidakloprid var, under tiden studien pågick, även tillåten för prydnadsväxter i växthus, för barrträdsplantor, för golfbanor och idrottsanläggningar samt för betning av potatis och sockerbetor. Substansen är också tillåten i ett flertal biocidprodukter mot myror, kackerlackor och husflugor.



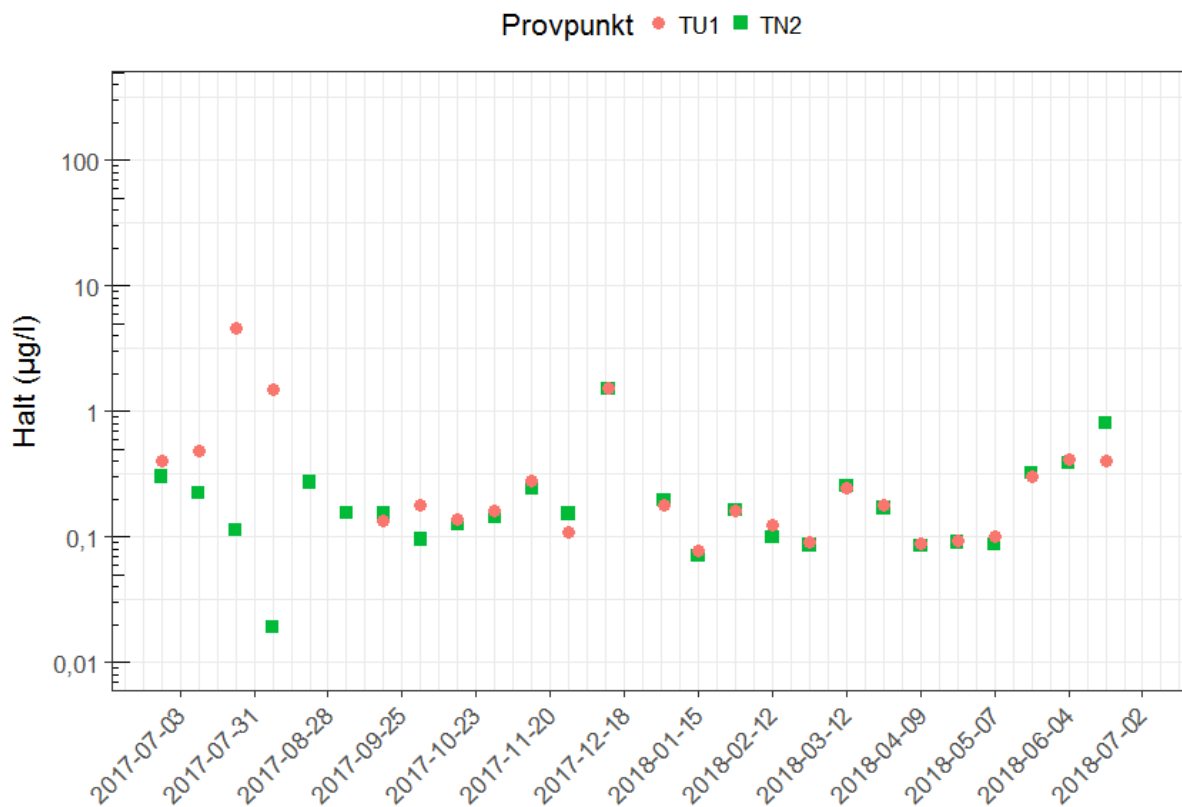
Figur 6. Andel momentanprover med detektion av enskilda substanser 2017 – 2018. Resultaten presenteras uppdelat för olika typer av växtskyddsmedel. Endast substanser med fynd i mer än 25 % av proverna har inkluderats i figuren. Substanser som inte var godkända för användning är markerade med en asterisk.

Summahalter

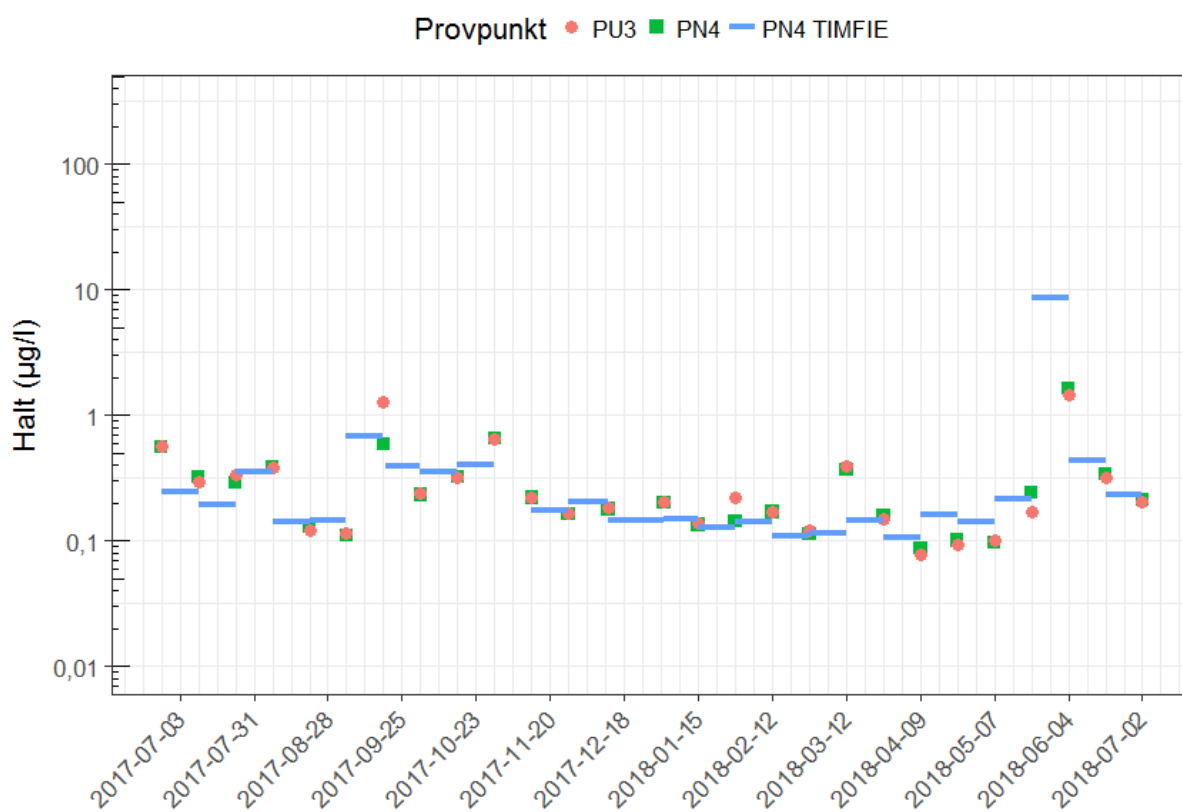
Alla uppmätta summahalter presenteras i Figur 7 och samma data visas områdesvis i Figurerna 8 - 14. Summahalterna varierar mellan områdena, med genomgående högst halter i vattenprover från provpunkten GB7 (d.v.s. den provpunkt som har det minsta avrinningsområdet och flest växthus inom området, se Tabell 1). Även provpunkterna SP8, VB9 och SN10 har ett flertal förhöjda summahalter. Överlag ses små skillnader i summahalter mellan de mätningar som gjorts uppströms och nedströms växthusanläggningarna vid vissa provlokaler (Figur 8, 9 och 10). För de minsta avrinningsområdena, där också ett stort antal av de högsta summahalterna uppmätts, var det dock inte möjligt att ta några prover uppströms anläggningarna. Vid de provpunkter där tidsintegrerade prover togs med TIMFIE är summahalterna generellt i samma nivå som momentanprover som tagits vid samma provpunkt.



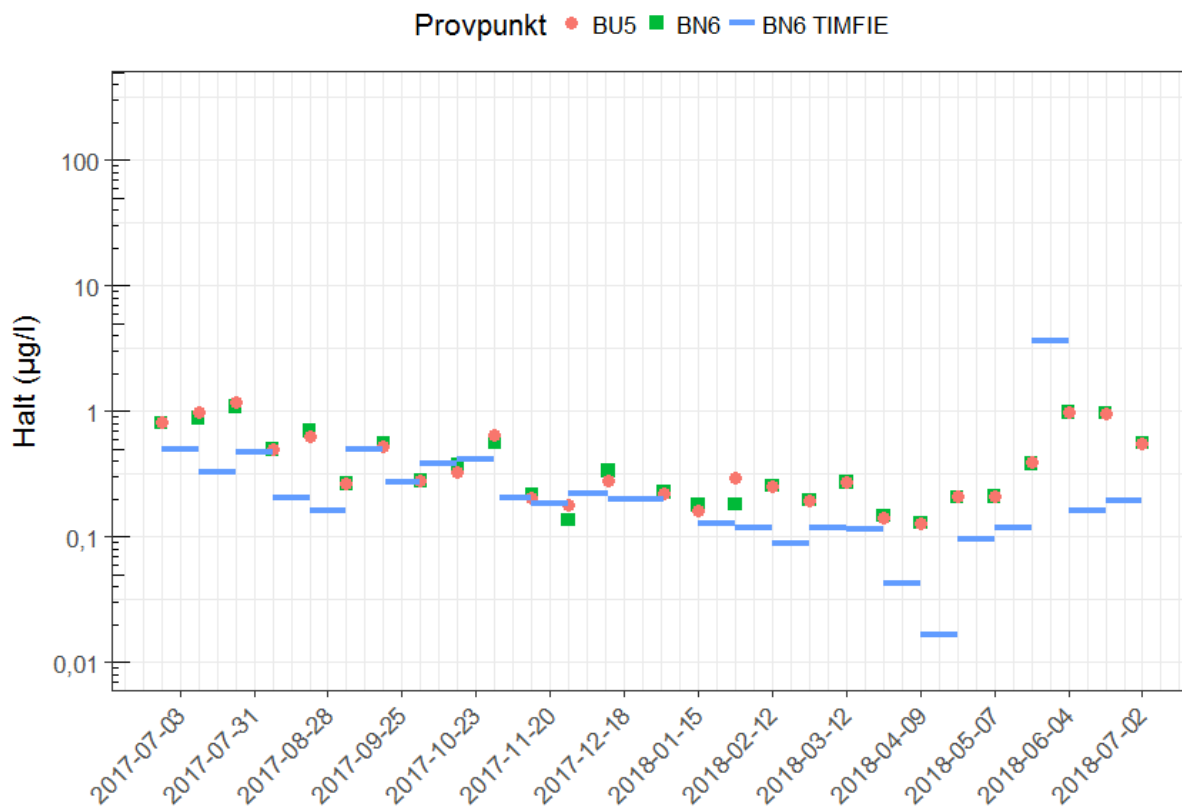
Figur 7. Uppmätta summahalter växtskyddsmedel (µg/l) från alla provpunkter (juni 2017-juni 2018). De svarta horisontella strecken visar medianen.



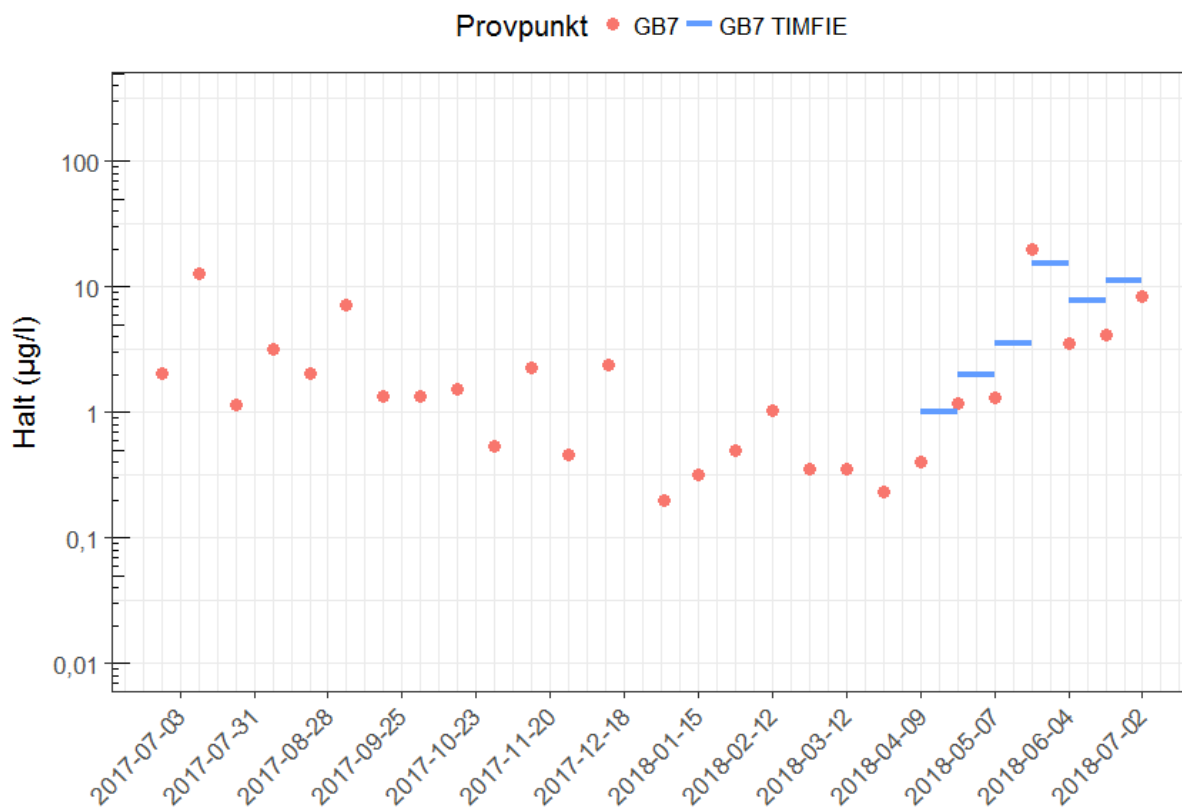
Figur 8. Summahalt växtskyddsmedel (µg/l) från provpunkterna TU1 och TN2 (juni 2017-juni 2018).



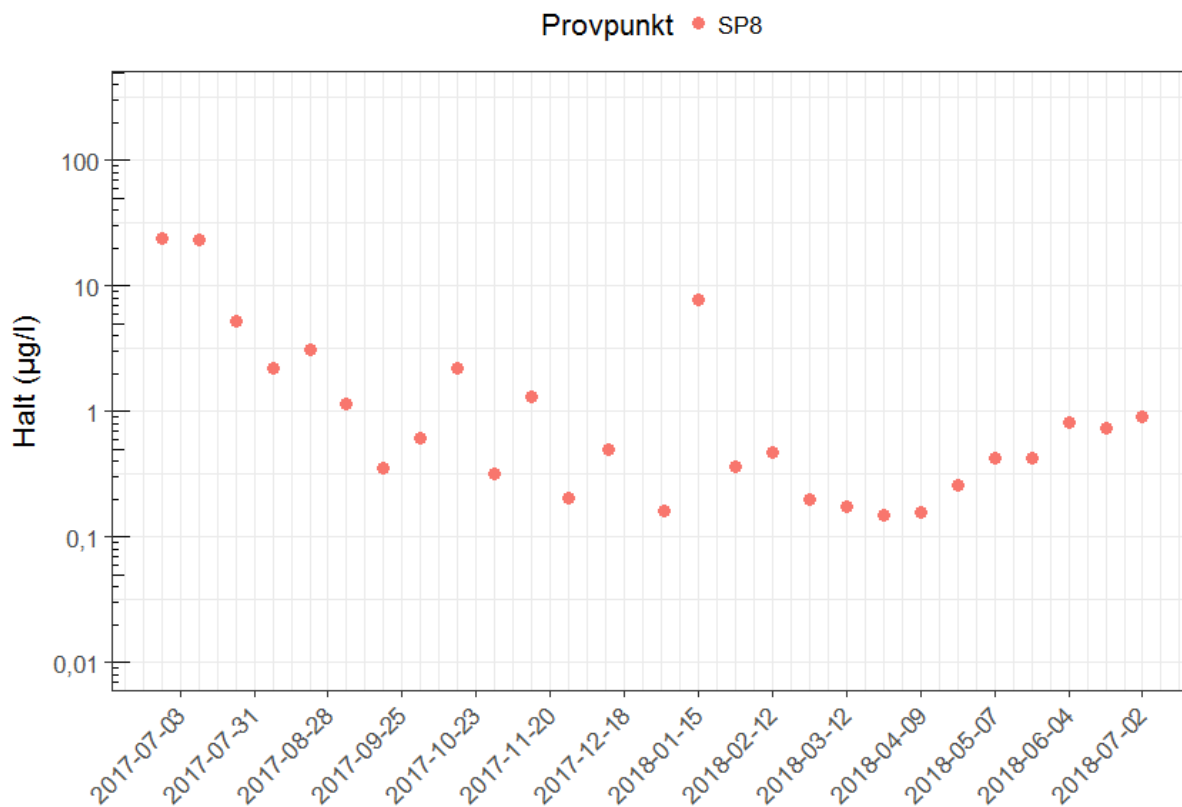
Figur 9. Summahalt växtskyddsmedel (µg/l) från provpunkterna PU3 och PN4 (juni 2017-juli 2018).



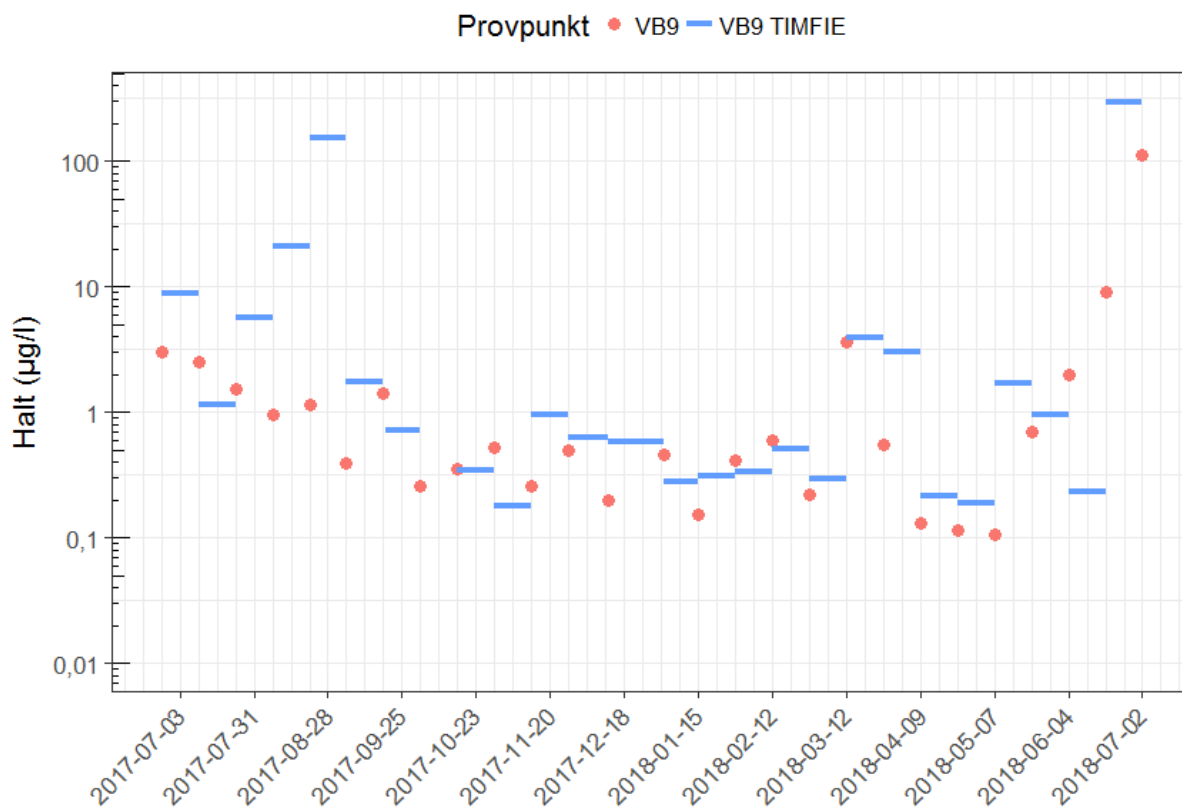
Figur 10. Summahalt växtskyddsmedel (µg/l) från provpunkterna BU5 och BN6 (juni 2017-juli 2018).



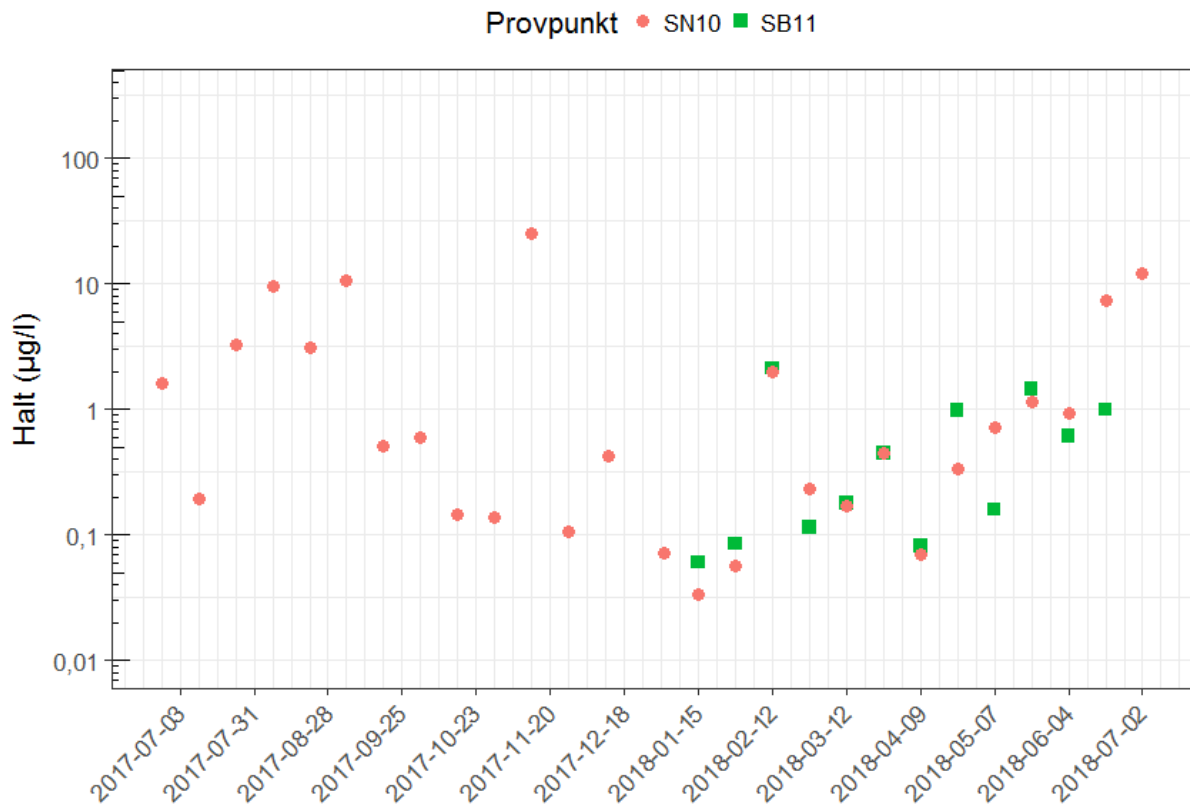
Figur 11. Summahalt växtskyddsmedel (µg/l) från provpunkten GB7 (juni 2017-juli 2018).



Figur 12. Summahalt växtskyddsmedel (µg/l) från provpunkten SP8 (juni 2017-juli 2018).



Figur 13. Summahalt växtskyddsmedel (µg/l) från provpunkt VB9 (juni 2017-juli 2018).



Figur 14. Summahalt växtskyddsmedel (µg/l) med momentanprovtagning från provpunkterna SN10 (juni 2017-juli 2018) och SB11 (januari-juni 2018).

Överskridanden av riktvärden

Totalt har 25 olika substanser tangerat eller överskridit sitt respektive riktvärde i minst ett prov från momentanprovtagningen (Tabell 6) och 17 olika substanser i TIMFIE-provtagningen (Tabell 7). Alla riktvärden som använts och deras referenser redovisas i Bilaga 2. Det har skett överskridanden i samtliga områden men flest olika substanser har överskridit riktvärdet vid provpunkterna VB9, SP8, GB7 och SN10 (Figur 15). Flest överskridanden överlag i momentanprover noteras för ogräsmedlet diflufenikan (20,9 %), följt av insektsmedlet imidaklopid (19,4 %) och nedbrytningsprodukten endosulfansulfat (17,5 %) (Figur 16). Imidaklopid är den substans som har det största överskridandet av sitt riktvärde då den uppmätts i en halt 217 gånger högre än riktvärdet i momentanprovtagning (13 µg/l jämfört med riktvärdet på 0,06 µg/l) och 53 gånger högre i TIMFIE-provtagning (3,2 µg/l). Om de uppmätta halterna av imidaklopid jämförs med den nya bedömningsgrunden 0,005 µg/l (gäller från januari 2019) så tangeras eller överskrids riktvärdet i 51,8 % av momentanproverna och 33,3 % av TIMFIE-proverna. Uppmätta maxhalter är då istället 2600 respektive 640 gånger högre än bedömningsgrunden. Överskridanden finns markerade i Bilagorna 3, 4, 6 och 7.

Tabell 6. Substanser som påträffats över riktvärdet i ytvatten med momentanprovtagning (samtliga provpunkter) 2017 – 2018, antal gånger som substanserna påträffats i halter som tangerar eller överskrider riktvärdet, maximalt uppmätt halt och kvoten mellan maxhalt och riktvärde

Substans	Typ*	Riktvärde (µg/l)	Det.gr. (µg/l)	Antal ggr≥RV	Maxhalt (µg/l)	Kvot
acetamiprid	I	0,1	0,001	10	9,4	94
azoxystrobin	F	0,9	0,001	2	9,2	10
cyprodinil	F	0,2	0,002	5	0,75	4
difenokonazol	F	0,02	0,005	1	0,047	2
diflufenikan	H	0,01	0,002	58	0,055	6
endosulfansulfat [#]	N	0,001	0,0002	21	0,011	11
fludioxonil	F	0,5	0,002	3	2,9	6
hexytiazox	I	0,1	0,01	6	0,70	7
imidaklopid	I	0,06	0,002	54	13	217
isoproturon	H	0,3	0,001	2	3,2	11
karbendazim	N [^]	0,1	0,002	22	8,9	89
MCPA	H	1	0,005	3	3,8	4
mesosulfuronmetyl	H	0,006	0,005	27	0,044	7
metazaklor	H	0,2	0,001	3	0,30	2
metiokarb	I	0,002	0,001	3	0,002	1
metribuzin	H	0,08	0,001	4	0,21	3
pikoxystrobin	F	0,01	0,001	4	0,053	5
pirimikarb	I	0,09	0,001	9	3,7	41
propamokarb	F	90	0,002	1	107	1
prosulfokarb	H	0,9	0,025	4	1,2	1
pymetrozin	H	3	0,01	4	9,2	3
pyraklostrobin	F	0,01	0,002	9	0,041	4
terbutylazin	H	0,02	0,001	19	1,4	70
terbutylazindesetyl	N	0,02	0,001	18	0,56	28
tiaklopid	I	0,03	0,001	2	0,038	1
triflusulfuronmetyl	H	0,03	0,001	3	0,28	9

* H = herbicid (ogräsmedel); F = fungicid (svampmedel); I = insekticid (insektsmedel); N = nedbrytningsprodukt.

[#] Substansen analyserades endast i vatten från fem av elva provpunkter (analysmetod OMK 51).

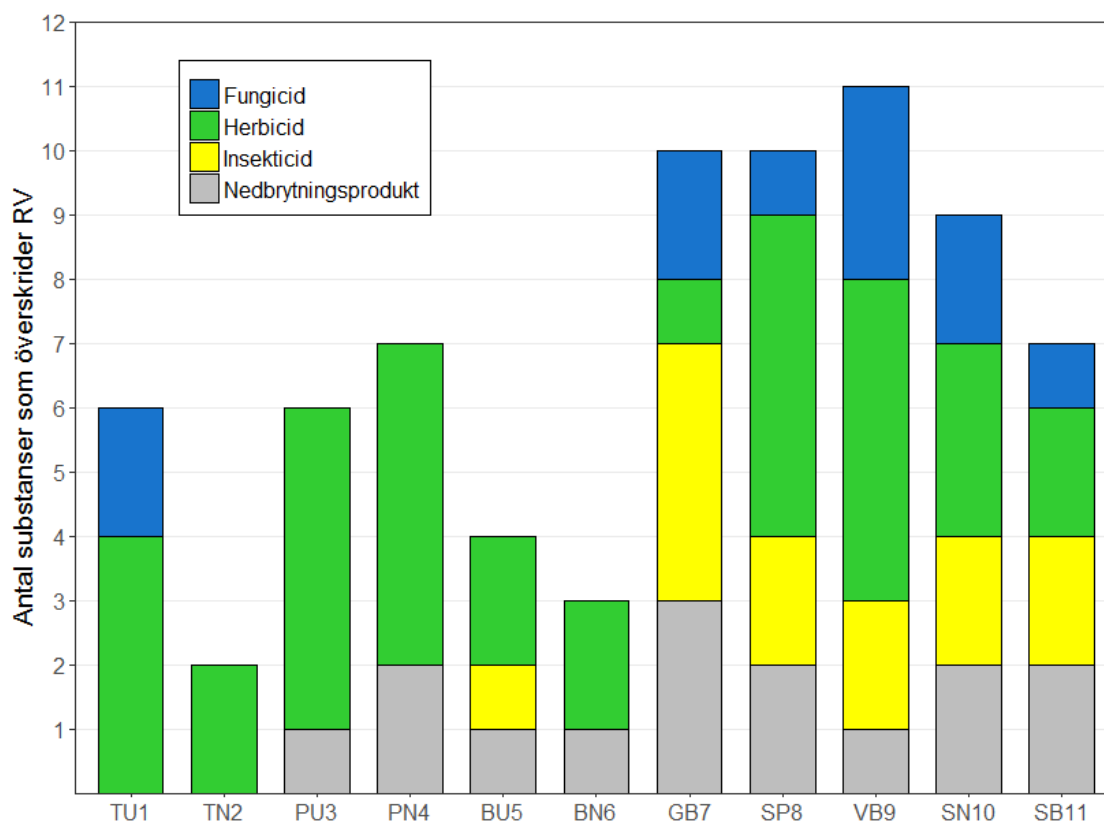
[^] Nedbrytningsprodukt till tiofanatmetyl (F).

Tabell 7. Substanser som påträffats över riktvärdet i ytvatten med TIMFIE-provtagning (fyra provpunkter) 2017 – 2018, antal gånger som substanserna påträffats i halter som tangerar eller överskrider riktvärdet, maximalt uppmätt halt och kvoten mellan maxhalt och riktvärdet

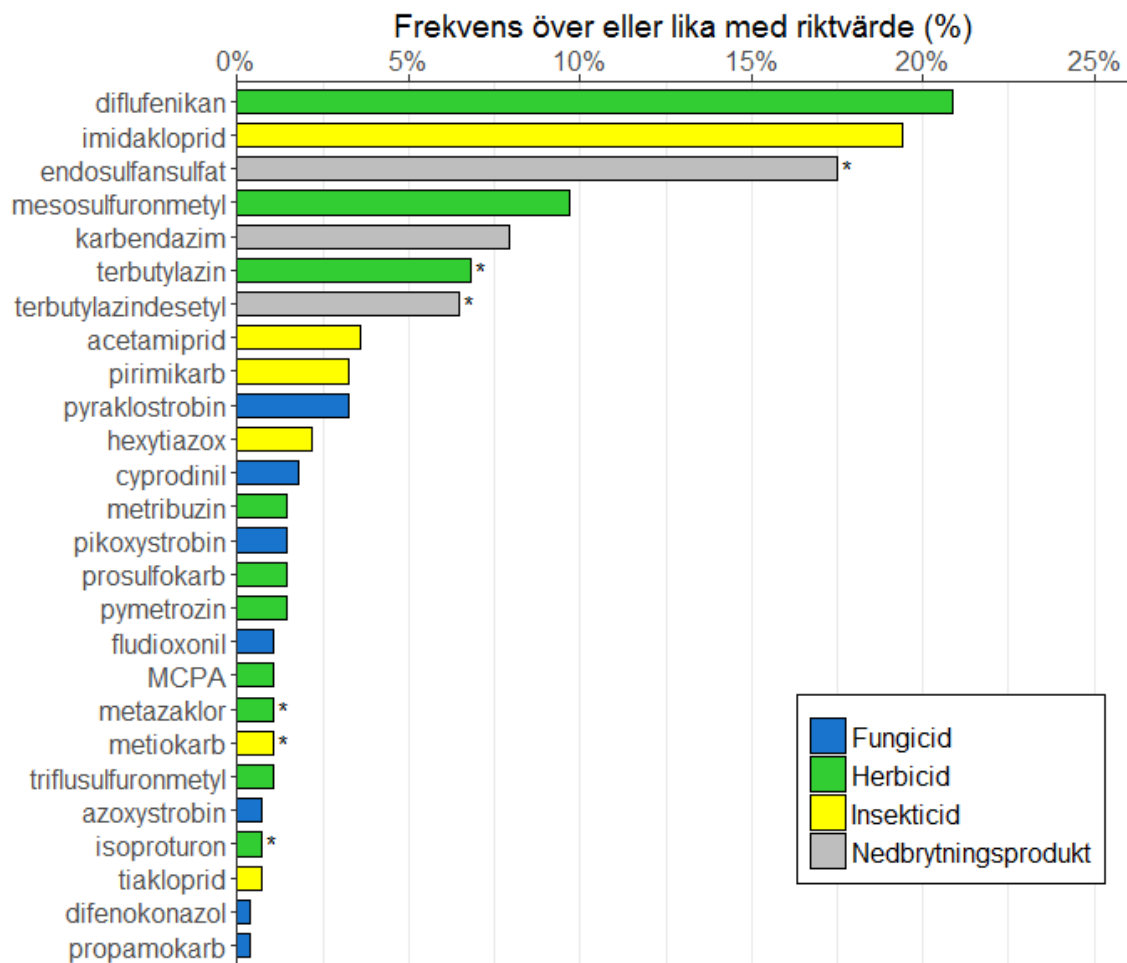
Substans	Typ*	Riktvärde (µg/l)	Det.gr. (µg/l)	Antal ggr ≥ RV	Maxhalt (µg/l)	Kvot
azoxystrobin	F	0,9	0,0001	1	1,4	2
cyprodinil	F	0,2	0,0003	2	0,28	1
diflufenikan	H	0,01	0,003	53	0,031	3
fludioxonil	F	0,5	0,002	3	0,87	2
hexytiazox	I	0,1	0,0005	2	0,41	4
imidakloprid	I	0,06	0,005	13	3,2	53
karbendazim	N^	0,1	0,001	3	0,19	2
metazaklor	H	0,2	0,0001	2	0,72	4
metiokarb	I	0,002	0,001	2	0,003	2
metribuzin	H	0,08	0,001	2	1,3	16
pikoxystrobin	F	0,01	0,0001	3	0,079	8
pirimikarb	I	0,09	0,0002	1	2,8	31
propamokarb	F	90	0,005	1	289	3
pro sulfokarb	H	0,9	0,0005	1	6,7	7
pymetrozin	H	3	0,005	3	149	50
terbutylazin	H	0,02	0,001	1	0,082	4
tiakloprid	I	0,03	0,0001	2	0,043	1

* H = herbicid (ogräsmedel); F = fungicid (svampmedel); I = insekticid (insektsmedel); N = nedbrytningsprodukt.

^ Nedbrytningsprodukt till tiofanatmetyl (F).



Figur 15. Antal substanser som tangerar eller överskrider sitt respektive riktvärde (RV) för ytvatten vid minst ett tillfälle under provperioden 2017 – 2018 i momentanprover från de olika provpunkterna som ingick i undersökningen. Resultaten presenteras uppdelat för olika typer av växtskyddsmedel.



Figur 16. Andel momentanprover med halter som tangerar eller överskrider riktvärdet för enskilda substanser 2017 – 2018. Resultaten presenteras uppdelat för olika typer av växtskyddsmedel. Substanser som inte var godkända för användning är markerade med en asterisk.

Uppmätta halter kontra växthusanvändning i de olika provpunkterna

Vid kontakterna med växthusodlarna samlades information in om användningen av växtskyddsmedel, vilka produkter som använts, hur de applicerats och vid vilka tidpunkter.

Inventeringen visade att ett stort antal av de substanser som hade en registrerad användning i odlingarna också ingick i de analysmetoder som användes i denna undersökning (se Tabell 8). Den visade även att odlarna hade använt ett antal produkter med aktiva substanser som inte ingick i analyserna, då flera av dessa substanser kräver specialmetoder. De produkter som innehöll en aktiv substans som inte analyserades var följande: Alar (aktiv substans daminozid), Cerone (etefon), Cycocel (klormekvatklorid, analyserades dock i några TIMFIE-prover våren 2018, se Tabell 9), Conserve (spinosad), Dazide (damonozid), Floramite (bifenazat), Milbeknock (milbemycin), Movento (spirotramat), Previcur Energy (fosetyl, däremot ingick den andra aktiva substansen propamokarb i analyserna), Teppeki (flonicamid) och Vertimec (amabectin). Av dessa aktiva substanser är det abamectin, damonozid, milbemycin och spinosad som endast är godkända för användning i växthus, övriga sex substanser är även godkända (alternativt med UPMA) för användning utanför växthus på friland och/eller inom jordbruket.

Tabell 8. Sammanställning över substanser och produkter som har analyserats i denna studie och hade en godkänd användning i växthus 2017/2018. Om de har använts i området (röd ram), om de har påträffats i prover från provpunkten (blå ruta), om halten har överskridit riktvärdet (orange ruta), samt maxhalten (µg/l) vid överskridande. Både momentan- och TIMFIE-prover har beaktats

Substans	Preparatnamn	RV µg/l	TU1	TN2	PU3	PN4	BU5	BN6	GB7	SP8	VB9	SN10	SB11
acetamiprid	Mospilan	0,1										9,4	0,45
aklonifen	Fenix	0,12	-	-	-		-			-	-		
azoxystrobin	Amistar	0,9							1,4			9,2	
boskalid	Signum	13											
cyprodinil	Switch	0,2							0,75	0,27			
esfenvalerat*	Sumi-alpha	0,0001	-	-	-		-			-	-		
fenhexamid#	Teldor	10											
fenpyrazamin*	Prolectus	9,8											
fenpyroximat#	Danitron	0,002											
fludioxonil	Switch	0,5							2,9				
hexytiaozox#	Nissorun	0,1							0,70	0,18			
imazalil	Fungazil, Diabolo	5											
imidakloprid	Confidor, Warrant	0,06							5,4	13	6,4		
indoxakarb	Steward	2											
kresoxim-metyl#	Candit	0,1											
lambda-cyhalotrin	Karate	0,006	-	-	-		-			-	-		
mandipropamid	Revus	8											
metalaxyl	Apron	60											
paklobutrazol*	Bonzi	0,82											
penkonazol#	Topas	0,7											
pirimikarb*	Pirimor	0,09							2,8			3,7	0,15
propamokarb	Proplant, Previcur E.	90									289		
propikonazol	Tilt	7											
pymetrozin	Plenum	3							9,2	9,2	149	4,8	
pyraklostrobin	Signum	0,01									0,01	0,02	0,04
pyrimetanyl#	Scala	30											
pyriproxyfen*	Admiral	0,002											
tiakloprid	Calypso	0,03					0,38				0,043		
tiofanatmetyl	Topsin	10											
- karbendazim	Topsin	0,1					0,10		0,86	3,4		8,9	0,16

- Ej analyserad i vattenprover från den provpunkten.

* Endast godkänd för användning i växthus.

Utöver godkännande för användning i växthus, godkänd för frilandsodling av frukt och bär (ej godkänd för användning inom jordbruket).

Tabell 8 visar de verksamma ämnen som är godkända för växthusanvändning och som har ingått i analyserna. För respektive ämne visas även vilka preparat som endast har ett

godkännande för användning i växthus. Blå ruta visar att det verksamma ämnet påträffats i området men att halten ligger under riktvärdet. Orange ruta visar att det verksamma ämnet påträffats i en halt som tangerar eller överskrider riktvärdet och för dessa anges det högsta uppmätta värdet. Vit ruta innebär att den verksamma substansen inte påträffats alls vid den aktuella provpunkten. Känd användning hos växthusföretagen i det aktuella området för varje enskilt verksamt ämne har markerats med röd kantlinje. Det innebär i detta fall att den verksamma substansen använts under mätperioden, utan hänsyn tagen till frekvens. Att det finns en känd användning innebär inte per automatik att det finns ett samband mellan förekomsten i vattendraget och användning i växthusföretagen. I några fall saknas fullständig information och dokumentation från intilliggande växthus.

Nedan följer en genomgång av användningen av växtskyddsmedel i de olika växthusområdena. En jämförelse görs mot de halter som detekteras i de intilliggande vattendragen samt om en koppling mellan användning och fynd är trolig.

TU1 och TN2

Användningen av växtskyddsmedel är förhållandevis liten i växthusföretaget.

De substanser som påträffades är förhållandevis få och halterna var låga. Kopplingen mellan användning i växthusodlingen och förekomst i vattendraget är därför mycket liten om ens någon alls.

En möjlig koppling kan finnas mellan användning och förekomst av azoxystrobin (produktnamn Amistar) som påträffades nedströms i november 2017. Substansen användes i början av oktober i växthusodlingen.

En annan substans som påträffades var propamokarb (Previcur Energy/Proplant) vid den sista provtagningen nedströms i slutet av juni. Substansen vattnades ut till plantorna i början i oktober 2017 samt i början av februari 2018. Med tanke på den långa tid som förflutit mellan applicering och fynd bedöms kopplingen mycket osäker.

Substanser som förekommer i vattendragen, men som inte kan kopplas till användning i växthusodlingen eftersom ingen användning av dessa aktiva ämnen är känd är imidaklopid (Confidor/Warrant) och propikonazol (Tilt). Att halten av propikonazol är högre uppströms än nedströms kan förklaras med att Tilt är godkänt i spannmål och intill provplatsen fanns ett stort fält med spannmålsodling.

En substans som använts i odlingen men som inte påträffats är pymetrozin (Plenum).

PU3 och PN4

I huvudsak har växtskyddsmedlen applicerats via sprutning, men vid några tillfällen har applicering skett via bevattningen.

Halterna är generellt låga såväl uppströms som nedströms, vilket förklaras av det stora vattenflödet. Acetamiprid (Mospilan) har använts i olika växthus under sommar, höst och vår i växthusodlingen. Förekomsten nedströms under juni-augusti 2017 och maj-juli 2018 har sannolikt en direkt koppling till denna användning. TIMFIE-mätningarna visar likaså på förekomst av acetamiprid under hela mätperioden.

Även fynden av pirimikarb (Pirimor) skiljer sig uppströms och nedströms och förekomsten under juni-juli 2017 i momentanproverna härrör sannolikt från användning i växthusodlingen under juni-juli. TIMFIE uppvisar högre halter än momentanproverna i juli och substansen

återfinns sen under hela hösten i motsats till momentanproverna där substansen bara påträffas vid ett tillfälle. Anledningen till skillnaden mellan momentan- och TIMFIE-fynden kan vara att halterna precis vid momentanprovtagningen var för låga för att detekteras men vid en kontinuerlig provtagning påträffas dessa låga halter.

Propikonazol (Tilt) har använts i odlingen under juli 2017 och mars-april 2018. Förekomsten uppströms och nedströms är i princip likvärdig, så det är svårt att säga något om kopplingen till växthusanvändning eftersom substansen har en bred användning inom lantbruket. I TIMFIE-proverna påträffas propikonazol vid nästan alla provtagningstillfällen.

Pymetrozin (Plenum) har använts i odlingen under juli-augusti 2017, men några fynd av substansen har inte gjorts varken vid momentan eller TIMFIE-provtagningen. En annan substans som i sparsam omfattning har använts i odlingen men som inte påträffats är paklobutrazol (Bonzi).

BU5 och BN6

Mestadels har växtskyddsmedlen sprutats ut. Vid vissa tillfällen har preparat vattnats ut och då rör det sig om retarderingsmedel.

Halterna är generellt låga såväl uppströms som nedströms, vilket förklaras av det stora vattenflödet. Boskalid (Signum) hittades vid de flesta tillfällena under sommaren och hösten 2017 samt vid några tillfällen under vinterperioden. Halterna är tämligen lika uppströms och nedströms vid de flesta tillfällena utom i slutet av november då substansen enbart förekommer nedströms och i början av december då den är tydligt högre nedströms. De högre halterna nedströms under den perioden sammanfaller med användning i en växthusodling. Vid detta tillfälle återfinns även pyraklostrobin som förekommer tillsammans med boskalid i preparatet Signum.

Pirimikarb (Pirimor) påträffas i högre halter nedströms än uppströms bl.a. i juli 2017 och det kan ha en möjlig koppling till användning i båda växthusodlingarna i mitten av juli. Halterna i TIMFIE-proverna i juli 2017 visar på nästan samma halt som i momentanproverna. I juli 2018 påträffas högre halt nedströms vilket kan ha koppling till användning i växthusodling i början av juni.

Förekomsten av azoxystrobin (Amistar) är tämligen lika uppströms och nedströms, men i slutet av november noteras förekomst enbart nedströms. Någon koppling till växthusanvändning vid detta tillfälle är dock svår att se då substansen enbart använts i april 2017.

GB7

Det är svårt att se direkta samband mellan förekomst och användning av de olika substanserna. Det kan delvis förklaras av att uppgifterna om användningen inte är fullständig för den här platsen. Applicering av växtskyddsmedel har i huvudsak skett via sprutning, men imidaklopid och propamokarb har vid vissa tillfällen applicerats via bevattning till plantorna.

Den kontinuerliga förekomsten av imidaklopid (Confidor/Warrant), med värden över riktvärdet även under vinterperioden, kan tyda på ett kontinuerligt läckage i bevattningssystemet. Anledningen till denna misstanke är att imidaklopid finns kvar en lång tid i vatten och kommer därmed att finnas kvar i det recirkulerande systemet under lång tid. Det finns dock tydliga toppar under sommaren och hösten 2017 samt ett högt värde i december 2017 och sedan ett i maj 2018, som också var det högst uppmätta värdet under

mätperioden. Den enda rapporterade användningen har skett i mitten av juni 2017 samt en trolig användning under senare delen av hösten, vilken skulle kunna förklara den höga halten i december.

Förekomsten av cyprodinil och fludioxonil i juli sammanfaller med användning samma dag av preparatet Switch, som innehåller båda dessa substanser. Förekomsten i början av juli 2018 motsvarar dock ingen känd användning.

Den höga halten av pymetrozin (Plenum) i början av juli 2017 är svårförklarlig och någon direkt koppling till uppgiven användning i företagen finns inte. Pymetrozin har använts i slutet av juli och början av augusti, vilket möjligen kan vara förklaring till fynden under augusti och början av september. Det finns en användning i maj och juni 2018 i växthusodling, som skulle kunna ha ett samband med fynden i maj-juli 2018. Plenum är även godkänd för användning i raps fram till blomning och en möjlig förklaring är att det använts i raps under maj eller juni månad.

Pirimikarb (Pirimor) hittades i relativt hög halt i TIMFIE-analysen i början av juli 2018. Substansen har använts i växthusodling i mitten av juni, vilket skulle kunna förklara förekomsten.

Propamokarb (Previcur Energy/Proplant) har använts under juni-juli 2017 och återfinns i förhållandevis låga halter i vattendraget under sommaren och hösten. Största förekomsten är i slutet av maj 2018, men någon säker användning då är inte känd.

Propikonazol (Tilt) förekommer under senare delen av våren 2018 och hittas såväl i momentanproverna som i TIMFIE-proverna. Det finns en känd användning från växthusodling, men tidpunkten är oklar.

Imazalil (Fungazil/Diabolo) dyker upp under juni och början av juli 2018, och det finns en rapporterad användning under de tre första veckorna av juni, vilket är en trolig förklaring till fynden.

Förekomsten av endosulfan är svårförklarlig med tanke på att substansens användning upphörde 1997.

SP8

Användningen av växtskyddsmedel är förhållandevis liten.

Påfallande höga halter påträffades under juni och juli 2017 av imidaklopid (Confidor/Warrant). Halter över eller nära riktvärdet påträffades därefter under hela mätperioden. Fynden av imidaklopid är svårförklarliga. Substansen har inte använts i odlingen under 2017 och 2018. En möjlig förklaring av fynden skulle kunna vara att substansen läckt från upplag av kompost och jordmassor utanför odlingen. En stor omflyttning av kompost härrörande från många års upplag av plantrester och substrat gjordes under vintern 2016/2017 till en del av markområdet som ligger i anslutning till den dräneringslinje som leder ner till provtagningspunkten. Imidaklopid har använts i odlingen till och med 2016. En annan möjlig förklaring till fynden av imidaklopid kan vara att substansen har sitt ursprung från en odling av julgranar, som ligger inom avrinningsområdet till provpunkten. Imidaklopid fick under 2017/2018 användas för insektsbekämpning i barrträdsplanter.

Även fynden av pymetrozin (Plenum) är svårförklarlig eftersom substansen inte har använts i odlingen under de senaste tre åren. En möjlig förklaring kan vara omflyttning av komposten.

När det gäller förekomsten av karbendazim (Topsin) är det mest troligt att den skulle ha ett samband med användning i stråsåd eftersom lantbruksmark ligger i direkt anslutning till provplatsen.

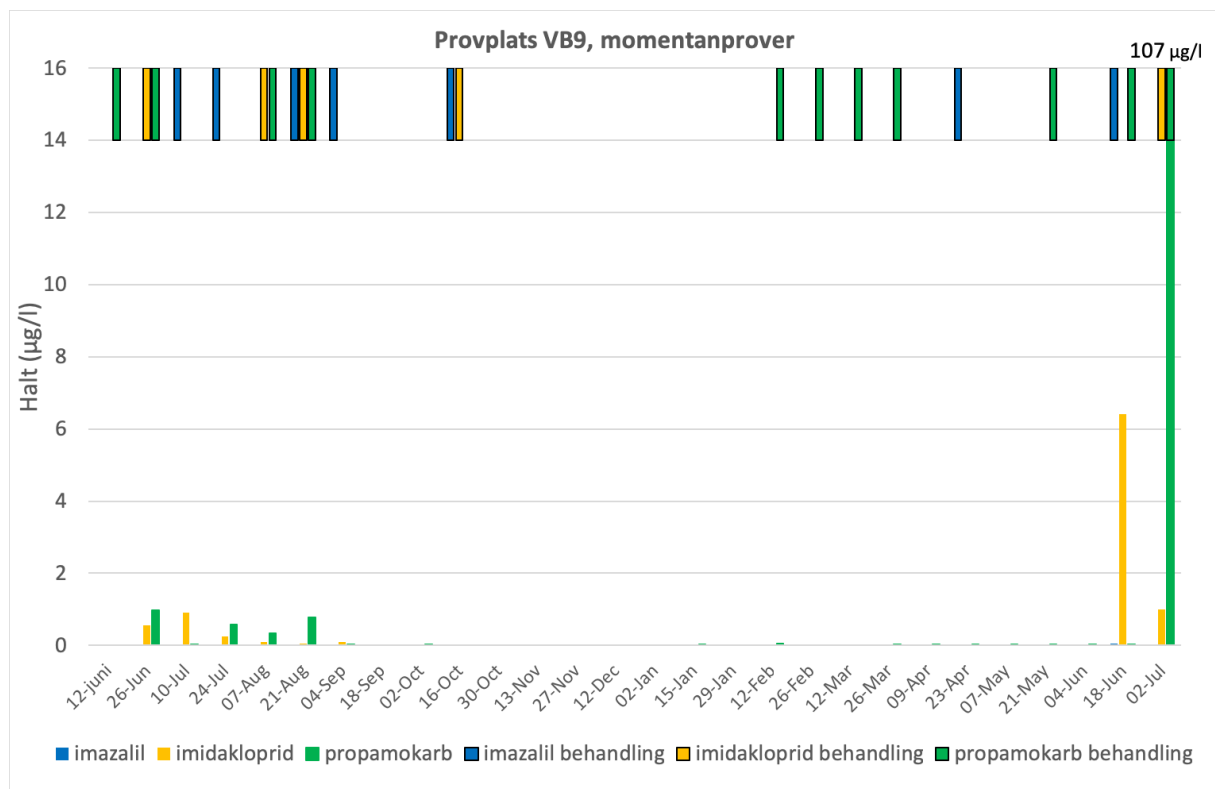
Det finns en möjlig koppling mellan fynden av hexytiaozox (Nissorun) under juni-augusti 2017 och maj-juni 2018. Substansen har använts i juni-juli 2017 och april 2018 och applicerats via sprutning.

Propamokarb (Previcur Energy/Proplant) har använts i odlingen i juni och juli 2017 och fyndet i vattendraget i början av augusti 2017 kan ha en koppling till den användningen. Mera svårförklarlig är förekomsten av propamokarb i oktober 2017 och januari 2018.

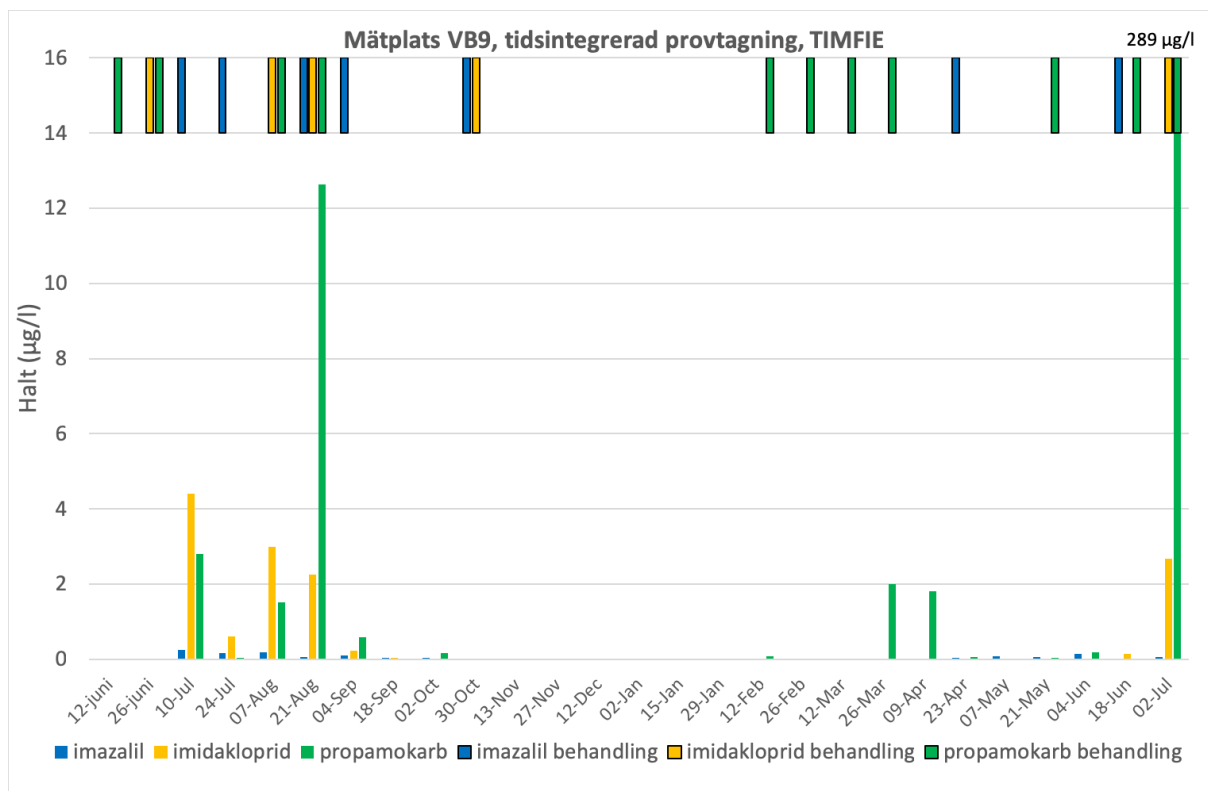
VB9

Applicering av växtskyddsmedel har dels skett via sprutning, dels via utvattning (avser imidakloprid och propamokarb).

Propamokarb (Previcur Energy/Proplant) påträffades under perioden juni-september 2017, vid ett par tillfällen under våren 2018 samt i början av juli 2018. Vid sista provtagningen var halten mycket hög både i momentanprov och TIMFIE (Figur 17 och 18). Användningen av substansen skedde under perioden maj till augusti 2017, i januari och mars samt i slutet av juni 2018. Användning och påträffad förekomst stämmer väl tidsmässigt och det är sannolikt att fynden har sin härkomst i växthusodlingarna.



Figur 17. Halter (µg/l) av imazalil, imidakloprid och propamokarb i momentanprover från VB9 (staplar från nedre x-axel, värde på y-axel) i förhållande till användningen av dessa substanser i växthus inom området (nedåtgående staplar, från övre x-axel).



Figur 18. Halter (µg/l) av imazalil, imidakloprid och propamokarb i tidsintegrerade TIMFIE-prover från VB9 (staplar från nedre x-axel, värde på y-axel) i förhållande till användningen av dessa substanser i växthus inom området (nedåtgående staplar, från övre x-axel).

Imidakloprid (Confidor/Warrant) påträffades i höga halter under juni-augusti 2017 samt i slutet av juni och början av juli 2018, då den högsta halten uppmättes (Figur 17). TIMFIE uppvisade högre halter än momentanproverna i juli-augusti 2017 (Figur 18). I växthusodlingarna användes imidakloprid under juni och slutet av juli 2017 samt i slutet av juni 2018. Användningen sammanfaller väl med fynden i vattendraget, men det finns en osäkerhet kring sambandet mellan användning och påträffat fynd den 18 juni 2018.

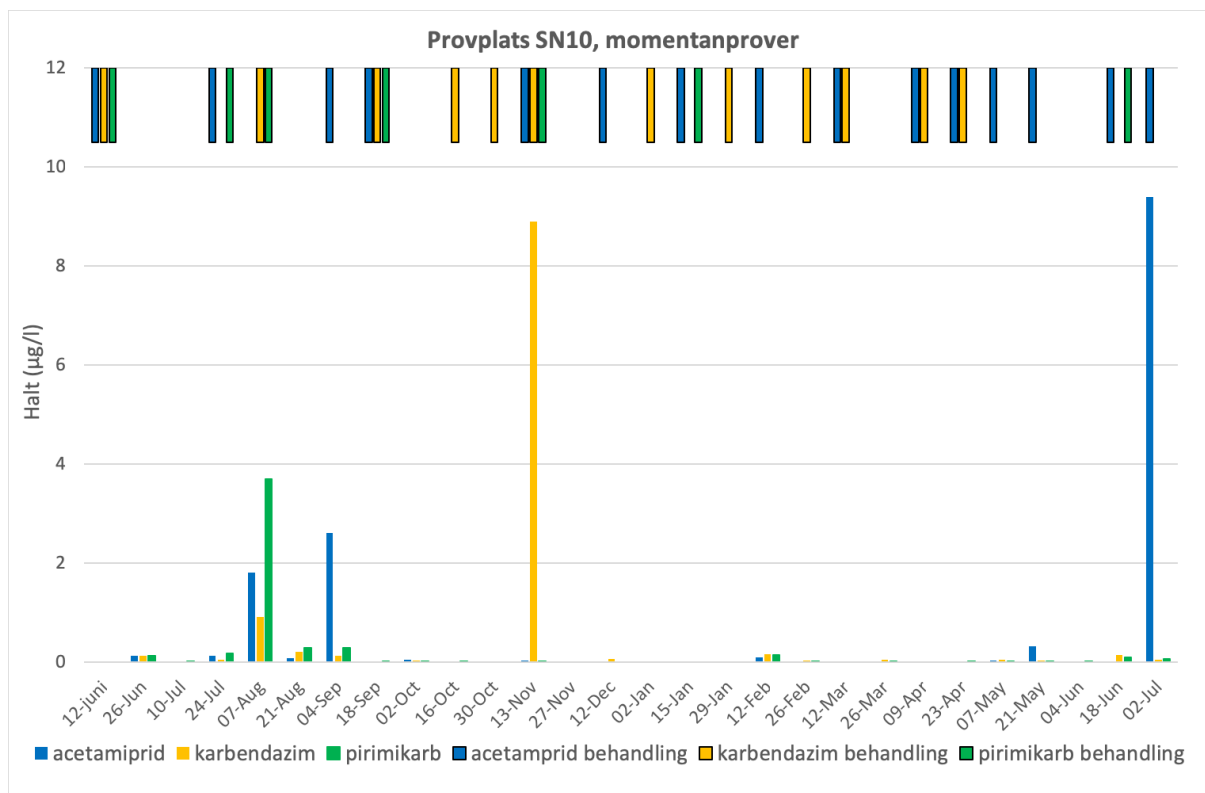
Imazalil (Fungazil/Diabolo) påträffades i låga halter i TIMFIE-provtagningen under juli-september 2017 (Figur 18). Substansen användes under juli-augusti och det är inte osannolikt att fynden kan ha en koppling till växthusanvändningen.

En hög halt av pymetrozin (Plenum) påträffas 4 september i TIMIE-provet (149 µg/l) (Bilaga 7). Det råder dock osäkerhet kring användning i växthusodlingarna, så någon slutsats kring koppling kan inte dras.

SN10 och SB11

Övervägande delen av växtskyddsmedlen har sprutats ut på plantorna, men viss utvattning har också förekommit vid vissa tillfällen.

Ett flertal substanser används i anläggningen och det går att se en tydlig koppling mellan förekomst i vattenproverna och användningen av växtskyddsmedel i odlingen. Flödet där proverna tagits är begränsat, vilket förklarar de förhållandevis högre halterna jämfört med flera andra mätplatser.



Figur 19. Halter (µg/l) av acetamiprid, karbendazim och pirimikarb i momentanprover från SN10 (staplar från nedre x-axel, värde på y-axel) i förhållande till användningen av dessa substanser i växthus inom området (nedåtgående staplar, från övre x-axel).

Tiofanatmetyl (Topsin) som ger nedbrytningssubstansen karbendazim har använts i olika växthus under året. Högsta halten uppmättes i mitten av november och substansen har använts under oktober och början av november (Figur 19).

Acetamiprid (Mospilan) har använts i olika växthus under året och fynden bedöms ha en tydlig koppling till användningen i växthusodlingen (Figur 19).

Den höga halten av pytmetrozin (Plenum) i början av september (4,8 µg/l, se Bilaga 6) bedöms ha koppling till användning i slutet av augusti.

Det finns ett troligt samband mellan fynden av pirimikarb (Pirimor) under augusti och september med användningen i odlingen (Figur 19).

Propikonazol (Tilt) används till och från under året. De högsta halterna hänförs till perioden juli - början av september (1,5 - 1,7 µg/l) och kan sannolikt kopplas till användning i juni - början av augusti.

Boskalid och pyraklostrobin (Signum) har använts i odlingen ungefär en gång per månad och återfinns relativt regelbundet.

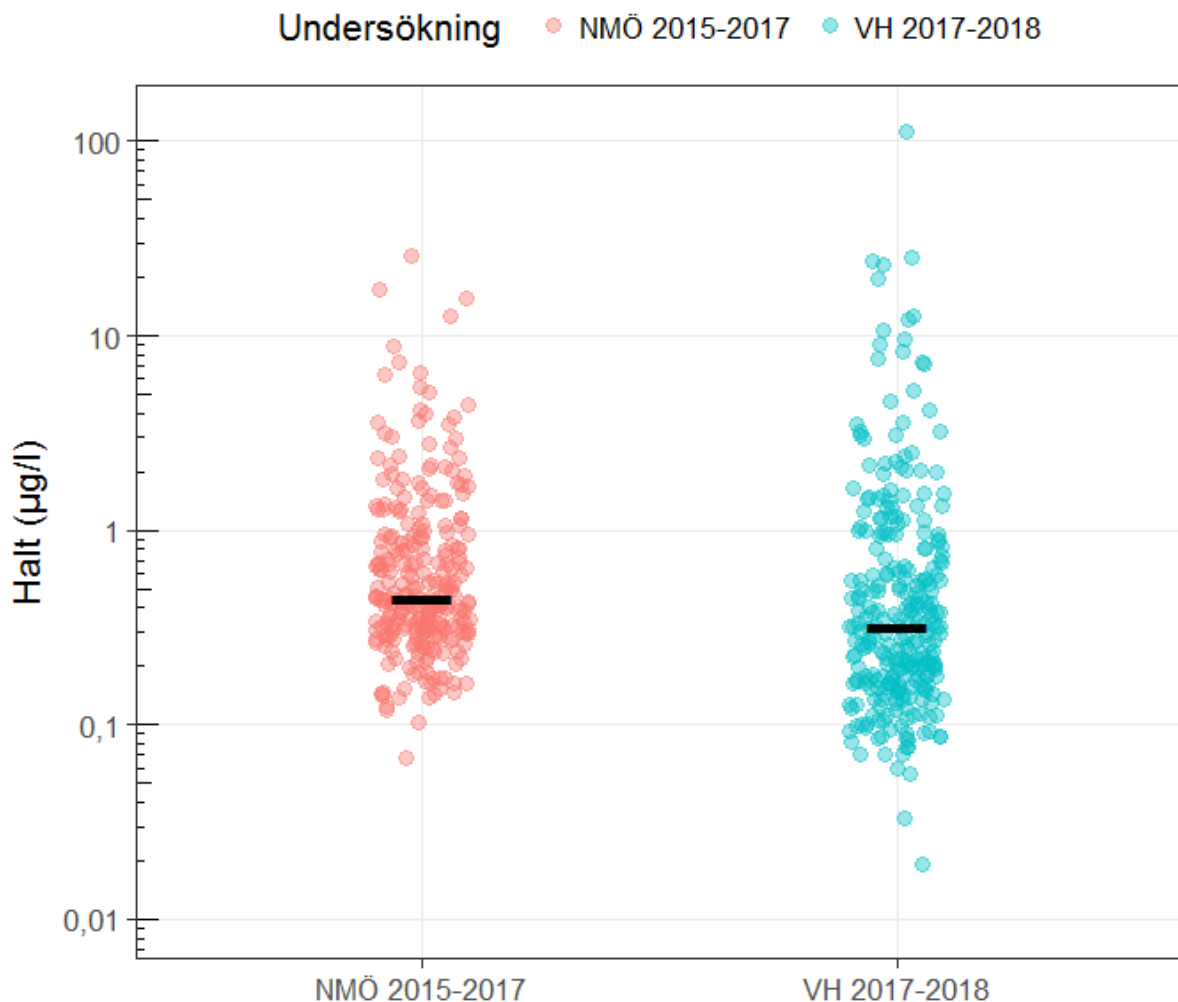
Förekomsten av propamokarb (Previcur Energy/Proplant) stämmer relativt väl överens med användningen i företaget. Halterna är dock låga.

Den tydliga förekomsten av azoxystrobin (Amistar) i mitten av november (9,2 µg/l) kan kopplas till en användning av substansen kort tid före provtagningen.

Jämförelser med den nationella miljöövervakningen

I detta avsnitt jämförs resultaten från denna studie med data från den nationella miljöövervakningen (NMÖ), för att sätta uppmätta halter och fyndfrekvenser i ett sammanhang. NMÖ-data från 2015 - 2017 för typområdena Skåne och Halland (tidsintegrerad provtagning året om), samt från Skivarpsån (momentanprover maj-oktober) jämförs med momentanproverna från denna studie, här kallad VH.

Summahalterna är överlag relativt lika mellan studierna med en något högre mediansummahalt i NMÖ på 0,447 $\mu\text{g/l}$ jämfört med 0,317 $\mu\text{g/l}$ i VH (Figur 20). Det är ett något större spann i summahalterna i VH med både lägre och högre halter än i NMÖ vilket kan bero på att fler och mer diversa lokaler provtagits i denna studie. De något högre mediansummahalterna i NMÖ kan även bero på att alla prover inom VH inte har analyserats med metoden OMK 51, samt att ogräsmedel (som inte används i växthus) ofta utgör en stor del av uppmätta halter inom NMÖ. Glyfosat och AMPA har inte inkluderats i summahalterna för NMÖ då de inte analyserats inom VH.



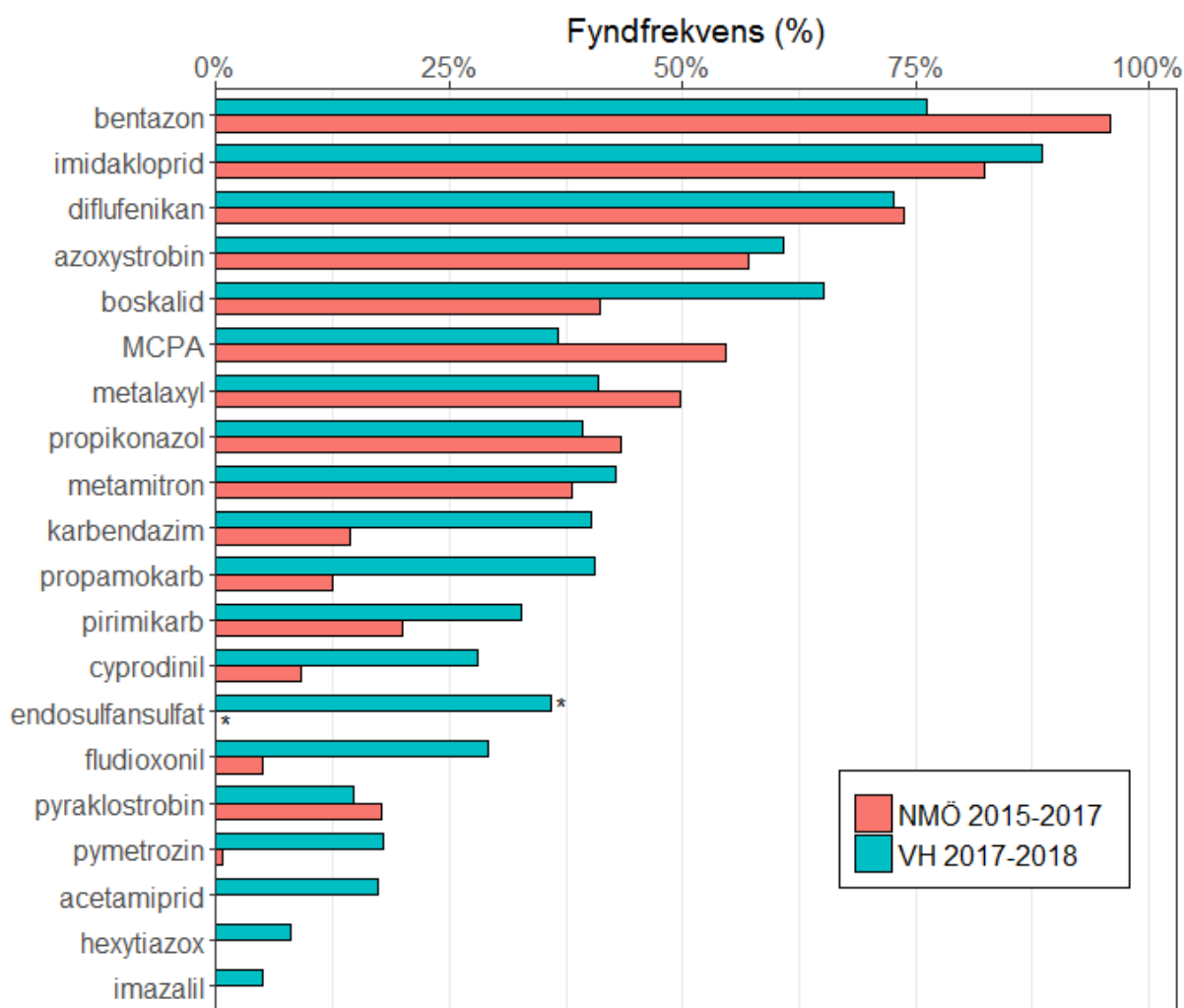
Figur 20. Uppmätta summahalter inom detta projekt (blå punkter) jämfört med i den nationella miljöövervakningen 2015 - 2017 (röda punkter) samt medianen av summahalterna (svarta streck). Notera att y-axeln är logaritmisk.

För jämförelserna har 20 substanser valts ut som extra intressanta att titta närmare på. Urvalet har inkluderat både substanser som är typiska för växthusanvändning och substanser som typiskt används inom jordbruket, för att kunna påvisa eventuella skillnader. I figur 21 visas fyndfrekvenser för de 20 utvalda substanserna i de båda undersökningarna. Här kan man se att bentazon, som är ett ogräsmedel med jordbruksanvändning, är den vanligaste av dessa substanser att detektera i NMÖ-proverna (95,8 %) och att den har en betydligt lägre fyndfrekvens i VH-prover (76,3 %). I VH-proverna är det istället insektsmedlet imidakloprid som har den högsta fyndfrekvensen på 88,5 %, jämfört med 82,3 % i NMÖ. Diflufenikan är ett ogräsmedel med jordbruksanvändning och kommer som nummer tre i båda undersökningarna med nästan lika stor fyndfrekvens (73,7 % resp. 72,7 %). MCPA är ytterligare ett ogräsmedel med stor användning inom jordbruket och har fyndfrekvens inom NMÖ på 54,7 % jämfört med 36,7 % i denna studie.

Några substanser som utmärker sig är endosulfansulfat, acetamiprid, hexyiazox och imazalil som inte har några fynd inom NMÖ 2015-2017 men har fyndfrekvenser inom denna studie på 35,8 %, 17,3 %, 7,9 % och 5,0 %. Endosulfansulfat är en nedbrytningsprodukt av endosulfan som ingick i medel mot insekter och kvalster men inte haft någon tillåten användning i Sverige sedan 1997 och inte är godkänt inom EU. Fynden kan vara rester av ”gamla synder” men skulle också kunna härstamma från importerade växter som kan ha behandlats med preparat som är tillåtna i de länder som växterna importerats från. Detta har bland annat uppmärksammats i danska studier som en möjlig läckagekälla (Dansk Gartneri, 2015; Odense Kommune, 2017) och skulle behöva undersökas mer noggrant med provtagning och analys av växtdelar och jord för att säkert kunna säga om så är fallet. Endosulfansulfat analyseras med metoden OMK51 som bara användes för prover från provpunkterna där prydnadsväxter odlas. Provpunkten GB7 utmärker sig här genom att endosulfansulfat detekterats i 100 % av proverna, följt av SN10 där fyndfrekvensen var 41 %, BN6 11 %, PN4 7 %, och SB11 0 %.

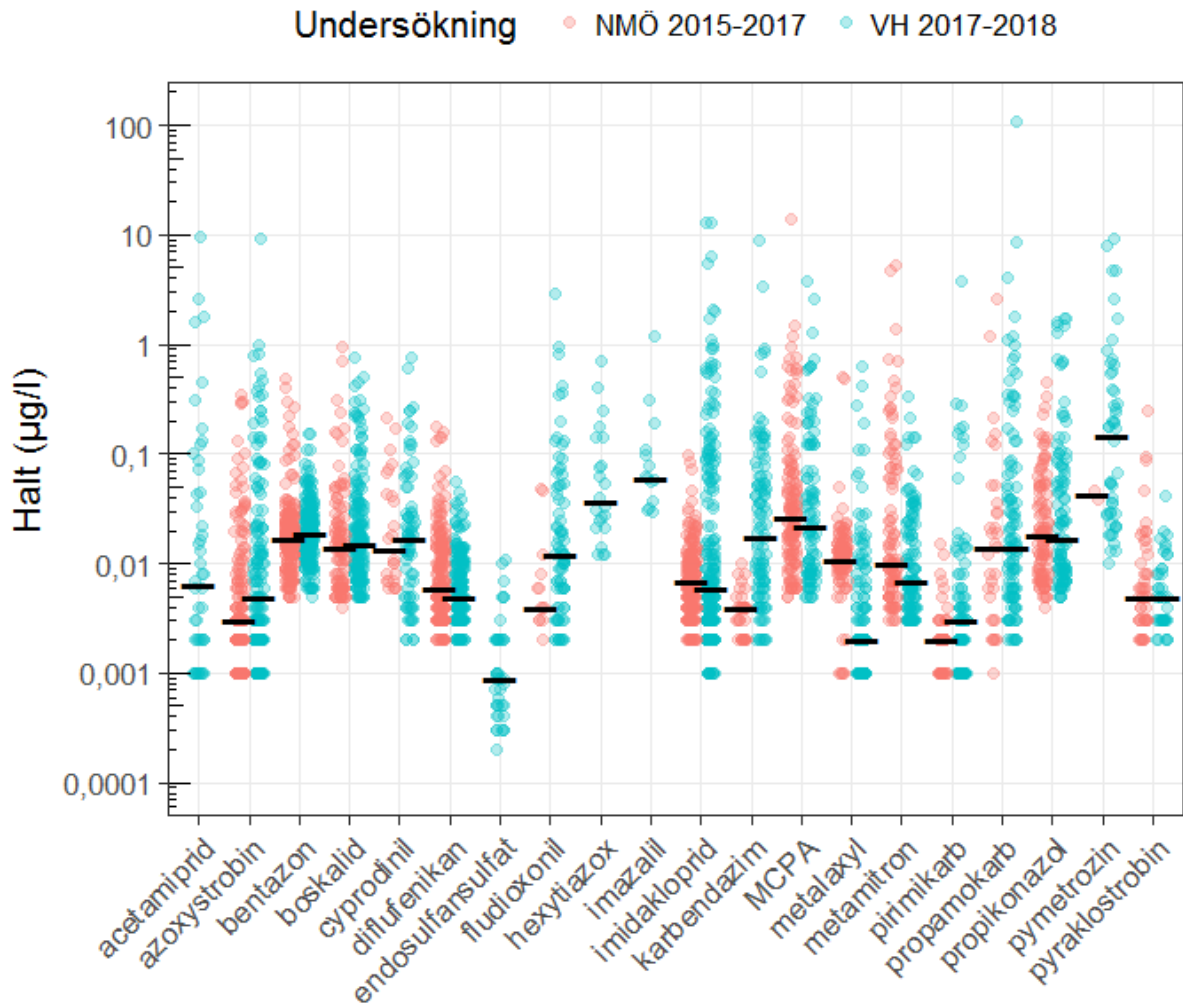
Acetamiprid är en substans som är registrerad för användning mot insekter i odlingar av äpple och päron, körsbär, raps och rybs, potatis, sallat, prydnadsväxter och barrträdsplantor varav användningen i prydnadsväxter är en trolig orsak till den högre fyndfrekvensen i VH jämfört med NMÖ. Imazalil är registrerad för användning mot svamp i potatis och korn genom betning, men en produkt har också ett UPMA (Utvidgat produktgodkännande för mindre användningsområde) ”Mot mjöldagg i yrkesmässig odling av gurka i växthus” och i denna studie har substansen detekterats i provpunkterna GB7, SP8 och VB9 där grönsaker odlas. Hexyiazox är registrerad för användning mot spinnkvalster i odlingar av gurka, squash/zucchini i växthus och i ett flertal frukter och bär på friland, samt har ett UPMA för tomat, aubergine, jordgubbar och prydnadsväxter i växthus.

Fynden av typiska jordbrukssubstanser som bentazon, MCPA och diflufenikan i detta projekt tyder på att vissa provpunkter även till viss del är påverkade av användning av växtskyddsmedel på jordbruksmark. Det är dock tydligt att provpunkten GB7 och i viss mån SB10/SN11 har ingen eller mycket liten påverkan från jordbruksmark. Detta då fyndfrekvensen i momentanprover för bentazon är 0 % i GB7 och 11/0 % i SB10/SN11 (jämfört med 92-100 % vid övriga provpunkter), fyndfrekvensen för MCPA är 22 % i GB7 och 15/8 % i SB10/SN11 (jmf. 30-58 %) och för diflufenikan 4 % i GB7 och 30/17 % i SB10/SN11 (jmf. 81-100 %), se Bilaga 5. Vid dessa provpunkter hittar man dock några av de högsta halterna och fyndfrekvenserna av substanser som används i växthus, som acetamiprid, hexyiazox, pirimikarb, propamokarb och pymetrozin.



Figur 21. Andel momentanprover med detektion av enskilda substanser för 20 utvalda substanser inom detta projekt (blå staplar) jämfört med i den nationella miljöövervakningen 2015-2017 (röda staplar). Substanser som inte var registrerade för försäljning har markerats med en asterisk.

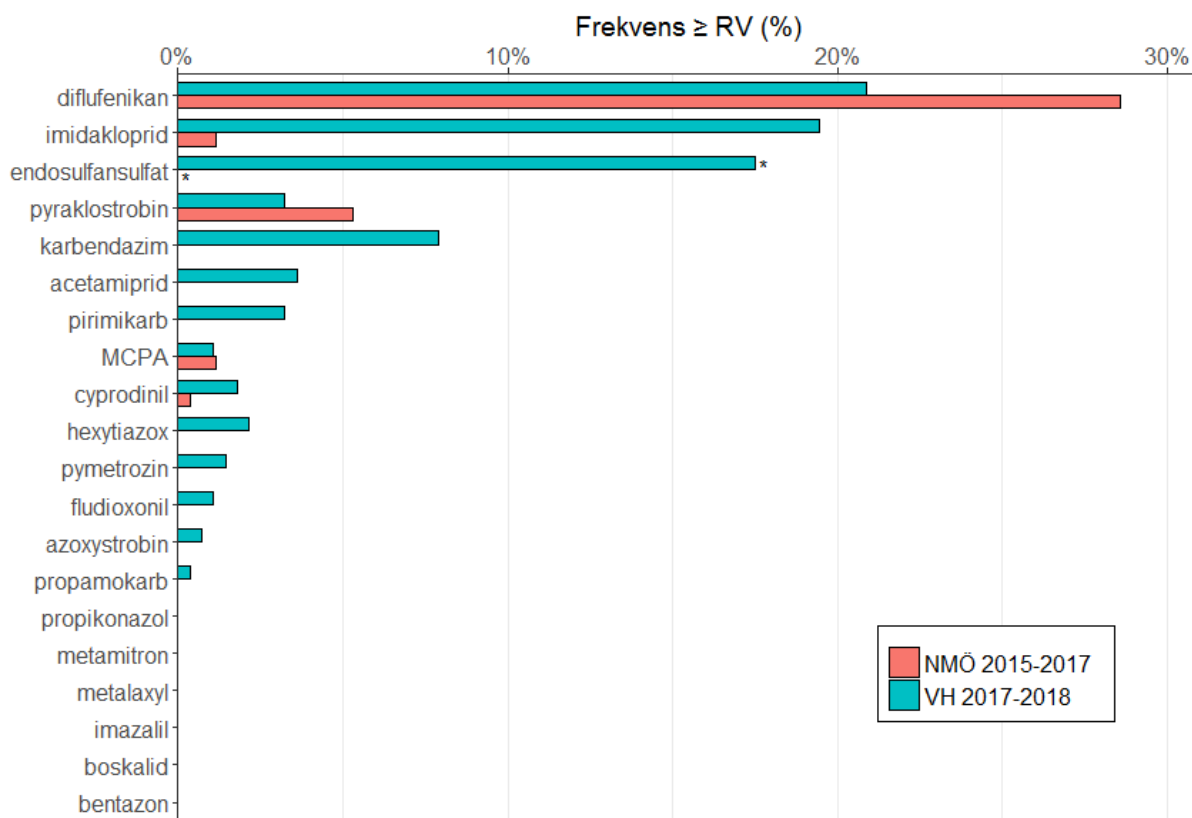
Uppmätta halter för de 20 utvalda substanserna visas i Figur 22. Här kan man se att uppmätta maxhalter är högre i VH än i NMÖ för vissa substanser med användning inom växthus, t.ex. acetamiprid, fludioxonil, imazalil, imidaklopid, pirimikarb, propamokarb och pymetrozin. Man kan också se att det omvända gäller för vissa typiska jordbrukssubstanser som bentazon, diflufenikan och metamitron. Man kan notera att medianhalten för imidaklopid är något högre i NMÖ än i VH, trots flera betydligt högre halter i VH. Detta förklaras genom att det även uppmätts många låga halter inom VH på 0,001-0,003 µg/l medan spridningen i NMÖ är mindre.



Figur 22. Uppmätta halter för 20 utvalda substanser inom detta projekt (blå punkter) jämfört med i den nationella miljöövervakningen 2015-2017 (röda punkter) samt medianer av uppmätta halter (svarta streck). Notera att y-axeln är logaritmisk.

Vad gäller överskridanden av riktvärden för de utvalda substanserna så har 5 av substanserna tangerat eller överskridit sina riktvärden i NMÖ jämfört med 14 stycken i VH (Figur 23). Sex av substanserna har inte överskridit sina riktvärden i någon av undersökningarna.

Diflufenikan har den största andelen överskridanden inom både NMÖ och VH med 28,6 % respektive 20,9 % fyndfrekvens över eller lika riktvärdet (Figur 23). Imidakloprid har den näst största andelen överskridanden i denna studie med 19,4 %, jämfört med bara 1,1 % i den NMÖ-data som inkluderats i denna rapport.



Figur 23. Andel momentanprover med halter som tangerar eller överskrider riktvärdet för 20 utvalda substanser inom detta projekt (blå staplar) jämfört med i den nationella miljöövervakningen 2015-2017 (röda staplar). Substanser som inte var registrerade för försäljning har markerats med en asterisk.

Bestämning av klormekvat

Tillväxtregleraren klormekvatklorid analyserades i vattenprover insamlade med TIMFIE-provtagning med start vid årsskiftet 2017/2018. Det är den aktiva substansen klormekvat som har analyserats. Klormekvat återfanns i prover från alla fyra lokalerna där TIMFIE utförts. Extraktionssteget är dock osäkert och analysmetodens kvantitativa kvalitet är i dagsläget därför låg, varför resultaten ska ses som kvalitativa. De uppskattade halterna redovisas i Tabell 9.

Att mätbara halter återfinns i lokaler med prydnadsväxtodling kan förklaras då substansen används regelbundet i dessa odlignar under i stort sett hela året. Det är dock svårare att förklara fynden i lokal VB9 som endast har grönsaksodling där substansen inte används. Då klormekvat även är godkänd för användning som stråförkortningsmedel, i bl.a. vete, råg och havre, skulle fynden kunna härstamma från omgivande åkermark som också dräneras via provpunkten. Tidpunkten då de högsta halterna uppmättest (21 maj och 4 juni) sammanfaller med tidpunkten för möjlig användning i jordbruket, även om det motsägs av att det påträffas en förhöjd halt i vatten från område GB7 som är den minst jordbrukspåverkade provpunkten.

Det preliminära riktvärdet för klormekvatklorid är 50 µg/l (Andersson & Kreuger, 2011), vilket ingen av de uppmätta halterna överskrider.

Tabell 9. Uppskattade halter ($\mu\text{g/l}$) av klormekvat i TIMFIE-prover från fyra växthuslokaler 2018

Stoppdatum ^a	Lokal, koncentration klormekvat ($\mu\text{g/l}$)			
	2018	PN4-TIMFIE	BN6-TIMFIE	GB7-TIMFIE
2 jan ^b	0,2	0,2	-	0,3
29 jan	0,2	0,2	-	0,3
12 feb	-	0,2	-	-
26 feb	0,2	0,2	-	-
12 mar	0,5	0,5	-	0,7
26 mar	0,5	0,5	-	-
9 apr	0,5	0,5	-	0,7
7 maj	0,3	0,4	0,6	<LOD
21 maj	0,2	0,06	5	0,1
4 jun	3	<LOD	<LOD	<LOD
18 jun	0,6	<LOD	<LOD	<LOD
2 jul	0,06	<LOD	0,2	<LOD

^aTidsintegrerat prov över 14 dagar fram till angivet stoppdatum

^b Proverna representerar 21 dagars tidsintegrerad provtagning

- Provet ej insamlat alternativt ej analyserat för klormekvat

LOD (detektionsgräns) för klormekvat uppskattas till $0,05 \mu\text{g/l}$

Klassning av analysresultat enligt vattendirektivet

Inom vattenförvaltningen och arbetet enligt vattendirektivet ska alla vattenförekomster klassas med avseende på kemisk ytvattenstatus och ekologisk status. I bedömningen av kemisk ytvattenstatus jämförs uppmätta halter för vissa prioriterade ämnen med gränsvärden som är satta gemensamt inom EU. I bedömningen av ekologisk status ingår att uppmätta halter jämförs med bedömningsgrunder för särskilda förorenande ämnen (SFÄ). I båda dessa bedömningar finns gränsvärden respektive bedömningsgrunder uttryckta som årsmedelvärden av uppmätta halter.

Utifrån resultaten från momentanproverna i denna studie har årsmedelhalter för varje substans beräknats för en jämförelse enligt de metoder som tillämpas inom vattenförvaltningen. De substanser som faller ut som har överskridit gränsvärde eller bedömningsgrund vid någon provpunkt redovisas i Tabell 10. Diflufenikan har överskridit sin bedömningsgrund vid två provpunkter, imidaklopid vid 5 olika provpunkter (enligt den nya bedömningsgrunden $0,005 \mu\text{g/l}$) och pirimikarb vid en provpunkt. Alla tre substanser är SFÄ-ämnen. Det är dock viktigt att påpeka att alla dessa provpunkter inte är representativa för vattenförekomster inom vattenförvaltningen. En utförligare metodbeskrivning för bedömningen ges i Bilaga 10.

Tabell 10. Substanser vars årsmedelhalt överskrider gränsvärde eller bedömningsgrund enligt HVMFS 2013:19

Prov-punkt	Substans	Status	Bedömningsgrund (µg/l)	Medelhalt (µg/l)	Medianhalt (µg/l)	Överskridande medelhalt	Överskridande medianhalt
TU1	diflufenikan	SFÄ	0,01	0,0151	0,0135	X	X
TN2	diflufenikan	SFÄ	0,01	0,0102	0,011	X	X
TU1	imidaklopid	SFÄ	0,005*	0,0052	0,003	X	
GB7	imidaklopid	SFÄ	0,005*	0,6773	0,29	X	X
SP8	imidaklopid	SFÄ	0,005*	1,1165	0,087	X	X
VB9	imidaklopid	SFÄ	0,005*	0,3542	0,009	X	X
SN10	imidaklopid	SFÄ	0,005*	0,0094	0,005	X	X
SN10	pirimikarb	SFÄ	0,09	0,1833	0,003	X	

* Ny bedömningsgrund som trädde i kraft 2019-01-01

6. Diskussion

Tolkning av resultaten

Resultaten visar på förhöjda halter av flera växtskyddsmedel i vattendrag i närheten av växthus. Det är alltid svårt att säkert peka ut varifrån de substanser som uppmäts i vattendragen kommer ifrån. I denna studie har vi gjort jämförelser dels med den faktiska användningen i växthusen i fråga samt med det nationella miljöövervakningsprogrammet av växtskyddsmedel (NMÖ) för att med större säkerhet kunna skilja ut troliga läckage från växthus från läckage från omgivande åkermark. Information om vid vilken tidpunkt olika substanser använts i växthusen har matchats mot uppmätta halter och i många fall kan de uppmätta halterna kopplas till användningen. I andra fall hittas substanser där odlarna inte har uppgett någon användning. Det kan ha olika orsaker, i ett fall hade en kompost flyttats in i området som avdräneras vilket skulle kunna vara källan. I andra fall kan läckaget eventuellt ske långt senare än användningen, t.ex. vid rengöring av returtankar och filter. Fynden av endosulfan och dess nedbrytningsprodukt endosulfansulfat, vilken inte varit godkänd i Sverige sedan 1997, kan komma från gammal användning och läckage från kontaminerad mark, men skulle också kunna härstamma från importerade växter som kan ha behandlats med preparat som är tillåtna i de länder som växterna importerats från. Detta har bland annat uppmärksammats i danska studier som en möjlig läckagekälla (Dansk Gartneri, 2015; Odense Kommune, 2017) och skulle behöva undersökas mer noggrant med provtagning och analys av växtdelar och jord för att säkert kunna säga om så är fallet. De substanser som inte kan kopplas till någon användning eller annan källa kan naturligtvis i vissa fall också komma från annan verksamhet.

I de flesta områdena fanns påverkan även från jordbruk. Vid jämförelsen med data från NMÖ där provtagning sker i områden med stark jordbrukspåverkan men utan växthus ser vi vissa tydliga skillnader vilket gör att vi kan dra slutsatser om påverkan från just växthus. Vissa substanser hittas frekvent i denna studie men inte alls inom NMÖ vilket tyder på att de läcker från växthusen. I två områden tyder resultaten på att jordbrukspåverkan verkar vara mycket liten då typiska jordbrukssubstanser som hittas i närmare 100 % av proverna i NMÖ här har

mycket låga fyndfrekvenser. I områdena detekteras dock flera andra substanser som får användas både inom jordbruk och växthus. Eftersom påverkan från jordbruk verkar vara liten kommer dessa troligen från växthusområdena.

I tre av områdena har vi provtagit både uppströms och nedströms växthusanläggningarna. Skillnaderna i resultat från de två provpunkterna kan visa vad som troligtvis kommer från växthusen. Två av de tre områdena låg i stora avrinningsområden med höga vattenflöden i vattendragen vilket medförde en stor utspädning och ganska låga halter både uppströms och nedströms. I den tredje växthusanläggningen var användningen ganska liten och även här hittades låga halter både uppströms och nedströms. Generellt var summahalterna relativt lika i uppströms/nedströms-lokalerna. Fler olika växtskyddsmedel och större mängder används inom jordbruket än i växthus så den totala halten av växtskyddsmedel i vattendrag med påverkan från båda dessa verksamheter är till största delen beroende av läckaget från jordbruket. Däremot ses skillnader för vissa enskilda substanser som används inom växthus genom högre halter nedströms efter användning vilket visar på ett visst läckage även från dessa växthusanläggningar.

Halterna som uppmäts i vattendragen varierar stort mellan tidpunkter och områden. Detta kan bero av skillnader i användning och läckage från de aktuella växthusen men det finns också andra orsaker till variationerna. Mängden vatten i vattendragen är avgörande för hur stor utspädningen är och den varierar kraftigt mellan områdena, från kulvertar och bäckar till åar. Det område som genomgående har högst summahalter växtskyddsmedel är också det med minst avrinningsområde. Generellt verkar också halterna i vattendragen sjunka under perioder med höga flöden. Detta är viktigt att ha i åtanke vid tolkning av resultaten.

Det är också skillnader i resultaten mellan momentanprover och TIMFIE-prover. Momentanprovtagning ger en ögonblicksbild av halterna i vattnet just vid provtagningstillfället och det finns risk att kortare halttoppar missas. Med TIMFIE-provtagaren fås ett tidsintegrerat prov vilket gör att alla toppar kommer med, däremot är det ett medelvärde över en tvåveckorsperiod så höga toppar kan spädas ut av lägre halter under delar av perioden. Med TIMFIE-metoden är detektionsgränserna generellt lägre än för momentanproven eftersom det sker en uppkoncentrering vid extraktionen i fält. Detta gör att fler substanser med låga koncentrationer har kunnat detekteras jämfört med i momentanproverna. Å andra sidan är det färre substanser som finns med i analyspaketet för TIMFIE än i de för vattenproverna från den momentana provtagningen vilket gör att vissa substanser bara detekterats i de momentana proverna och inte i TIMFIE-proverna. De två metoderna har alltså olika för- och nackdelar och resultaten kompletterar varandra på ett bra sätt.

Vissa substanser som troligen härrör från växthusanvändningen detekteras frekvent i förhöjda halter. Andra substanser som har använts inom de aktuella växthusen detekteras inte alls eller sällan. I denna undersökning har vi inga uppgifter om i hur stora mängder de olika preparaten använts och detta är troligen en viktig faktor för hur mycket som läcker ut. Underlag från den nationella miljöövervakningen visar att den använda mängden är den faktor som mest påverkar vilka halter som uppmäts i vattendragen vid jordbruksanvändning (Boström et al., 2017). Även appliceringstekniken är avgörande. Resultaten från denna undersökning visar att de högsta uppmätta halterna avser verksamma substanser som applicerats i odlingarna genom utvattnings till plantorna. Det är en metodik med förhöjd risk för läckage till omgivande vatten som är känd och dokumenterad i flera andra undersökningar (Löfkvist et al., 2015). Substansernas kemiska egenskaper kan också påverka risken för läckage, vissa kemikalier binds hårt till marken medan andra transporteras lättare med vattnet. Vissa har lång

nedbrytningstid och andra bryts ned relativt fort vid påverkan av olika faktorer såsom solljus eller biologisk nedbrytning.

Under 2008 genomförde CKB mätningar i vattendrag med avrinning från växthusanläggningar inom två områden. Ett relativt stort antal substanser påträffades och i flera fall var halterna höga (Kreuger et al., 2009). De två områdena ingår också i denna studie (GB7 och VB9). Det är svårt att jämföra resultaten för att se om det blivit någon skillnad i läckage från växthusen. Dels analyserades inte riktigt samma substanser i de båda undersökningarna, dels var provtagningsperioden kortare 2008 vilket kan påverka vilka substanser som hittas samt i vilka halter. Naturliga orsaker så som vattenflödet påverkar också halterna avsevärt. Det som kan sägas är att de substanser kopplade till växthusodling som hittades då också hittas i denna undersökning. Imidakloprid och propamokarb är de substanser som detekterades i högst koncentrationer både 2008 och 2017/2018. Det går inte att dra några slutsatser om att läckaget från växthus har minskat sedan 2008.

Risker och åtgärder för att minska läckage från växthus

Risker

De skillnader i uppmätta halter som förekommer beror troligen inte bara av hur mycket, och vilka, kemiska växtskyddsmedel som används, utan tyder också på att läckagerisken skiljer sig mellan de olika växthusen i studien beroende både på skillnader i hantering och konstruktion av växthusen. Vid all användning av kemiska växtskyddsmedel finns det risker för läckage till omgivande miljö (Löfkvist et al., 2009). Det är därför viktigt att all användning sker med försiktighet och att samtliga risker minimeras så långt det är möjligt. Det har tidigare antagits att växthus i princip är slutna system och att läckaget av växtskyddsmedel från dem är försumbar. Läckage av kemiska växtskyddsmedel från växthus är dock en fråga som flera länder alltmer har uppmärksammat och den samlade bilden av hur läckage uppstår är likartad.

De situationer som är identifierade som möjliga läckagevägar till vattendrag är följande:

- Odlingsytor som saknar recirkulering
- Recirkuleringssystem som inte är täta eller som inte har tillräckligt stora returtankar för alla bevattningssituationer
- Kondensvatten från taket som inte är kopplat till det recirkulerande systemet
- Vatten och slam som uppstår vid rengöring av returtankar och hantering av filter
- Utsläpp av första vattenflödet vid kulturstart
- Rengöring av bevattningsanläggningen efter avslutad kultur
- Påfyllnad av sprutan, förvaring av växtskyddsmedel
- Sprutvätska som inte träffar växterna vid applicering

I de fall då preparat vattnas ut behöver extra stor försiktighet råda eftersom det då är betydligt större volymer av sprutvätskan som hanteras.

Utifrån resultaten i denna undersökning skulle möjligen även kompost som förvaras utomhus kunna ge upphov till läckage.

Åtgärder

Samtliga beskrivna läckagevägar behöver åtgärdas för att kunna komma ner till acceptabla nivåer i miljön. Halterna som inte får överskridas är i flera fall mycket låga och även ett mycket litet läckage kan kontaminera stora mängder vatten.

I första hand ska allt vatten tas omhand från samtliga odlingsytor och recirkuleras. Det recirkulerande systemet i växthusen behöver löpande ses över och underhållas för att få ett så tätt system som möjligt. Undersökningen visar exempel på odling där man har ett mycket tätt system och där läckaget är minimalt. Information om recirkulerande system har beskrivits av Hansson & Löfkvist (2019). Då odlaren av olika anledningar är tvungen att släppa ut överskottsvatten ska detta vatten tas omhand och rengöras med någon av de tekniska lösningar som finns tillgängliga.

Tekniska lösningar för att bryta ned eller adsorbera kemikalier i vatten, mer eller mindre avancerade, och därmed mer eller mindre kostsamma, finns framtagna och tillgängliga på marknaden. Dessa kan användas i de fall då överskottsvatten uppstår eller för att samla upp spillvatten från en påfyllnadsplats av kemikalier. Dessa lösningar finns delvis beskrivna i en rapport av Löfkvist et al (2015). Mera avancerade tekniska lösningar har också utvecklats, framförallt i Nederländerna (Helpdesk Water, 2019).

Samtliga reningstekniker bygger på en oxidation eller en adsorption av de aktiva substanserna och föregås av ett partikelfilter som första reningssteg för att få bort de större partiklarna. Reningsmetoderna bygger sedan på något av följande alternativ:

- Väteperoxid + låg- eller högtrycks-UV
- Ozon
- Adsorption samt väteperoxid och katalysator
- Nanofiltrering och aktivt kol

Vissa av dessa tekniska lösningar kräver stora investeringar vilka måste ställas i relation till hur stora problemen är. En stor del av risken är dock en hanteringsfråga. Att ha rätt rutiner för hantering av kemiska växtskyddsmedel, t.ex. ändamålsenlig förvaring av produkterna och en lämplig plats för påfyllning samt att ha rutiner för att säkerhetsställa att det recirkulerande systemet är så tätt som möjligt är förutsättningar för ett så litet läckage som möjligt. Slutligen är det som alltid viktigt att odlarna följer principen för integrerat växtskydd genom att minimera användningen av kemiska växtskyddsmedel och utnyttja de biologiska och icke-kemiska metoder som finns tillgängliga.

7. Slutsatser

Studien visar att

- från flera växthus pågår läckage av växtskyddsmedel till omgivande vattendrag
- från vissa växthus verkar det inte ske något nämnvärt läckage
- vissa substanser som påträffas har en tydlig koppling till användning i växthus, främst acetamiprid, azoxystrobin, boskalid, cyprodinil, fludioxonil, hexyiazox, imazalil, imidaklopid, karbendazim (från tiofanatmetyl), pirimikarb, propamokarb, propikonazol, pymetrozin samt pyraklostrobin
- applicering genom utvattning till plantorna bidrar till de högsta halterna i vattendragen
- det återstår arbete för att minska läckagerisken inom växthusodlingen
- det behövs bra och säkra rutiner för hantering av växtskyddsmedel och att säkerställa att inget läckage sker från de recirkulerande systemet eller andra vattenflöden som kan vara kontaminerade med växtskyddsmedel
- det finns en rad tekniska lösningar som kan användas för att minimera riskerna för läckage.

8. Tackord

Undersökningen har utförts på uppdrag av Naturvårdsverket (Överenskommelse 2219-17-007). Vi vill här tacka alla växthusodlare som bidragit till projektets genomförande genom sitt intresse och sin medverkan i intervjuerna. Analyser av växtskyddsmedel har genomförts av Elin Paulsson, Emma Gurnell, Henrik Jernstedt, Inis Winde, Märith Peterson och Sara Erling vid OMK-laboratoriet, Sektionen för organisk miljökemi och ekotoxikologi, Institutionen för vatten och miljö.

9. Referenser

- Agritox. 2018. Database on active plant protection substances. French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety (ANSES). Accessdatum 2018-12-10 <http://www.agritox.anses.fr/>
- Andersson, M. & Kreuger, J. 2011. Preliminära riktvärden för växtskyddsmedel i ytvatten, beräkning av riktvärden för 64 växtskyddsmedel som saknar svenskt riktvärde. *Teknisk rapport 144*. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Andersson, M., Graaf, S. & Kreuger, J. 2009. Beräkning av temporära riktvärden för 12 växtskyddsmedel i ytvatten. *Teknisk rapport 135*. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Asp, J. & Kreuger, J. 2005. Riskvärdering av bekämpningsmedel i ytvatten – Utveckling och utvärdering av indikatorer baserade på riktvärden och miljöövervakningsdata. *Ekohydrologi 88*. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Boström, G., Lindström, B., Gönczi, M. & Kreuger, J. 2016. Nationell screening av bekämpningsmedel i yt- och grundvatten 2015. CKB rapport 2016:1. CKB, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Boström, G., Gönczi, M. & Kreuger, J. 2017. Växtskyddsmedel som regelbundet överskrider riktvärden för ytvatten – en undersökning av bakomliggande orsaker. CKB Rapport 2017:2. 38 pp. CKB, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Dansk Gartneri. 2015. Insamling av ny viden og rådgivning til gartnere omkring håndtering af spildevand til gavn for miljøet. GartneriRådgivningen A/S. <https://danskgartneri.dk/projekter-og-publikationer/projekter/2015/indsamling-af-ny-viden-og-raadgivning-til-gartnere-om-haandtering-af-spildevand-til-gavn-for-miljoet>
- Hallgren, S., Löfkvist, K., Hansson, T., Svensson, S.-A., Stenström, J. & Bergström, L. 2013. Karaktärisering av kemikalieläckage, dess halter och transportvägar från växthus och andra hårdgjorda ytor. Rapport LRF. Ärendenr NV-05542-12.
- Hansson, T. & Löfkvist, K. 2019. Uppsamlingsystem för växthusodling. Säkert växtskydd. <https://www.sakertvaxtskydd.se/sv/Bibliotek/Uppsamlingsystem-for-vaxthusodling/>.
- HaV. 2013. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2013:19. Ändrad genom HVMFS 2015:4, HVMFS 2016:31 och HVMFS 2018:17.
- HaV. 2015. HVMFS 2015:4 - Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om ändring i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten.
- HaV. 2016. Miljögifter i vatten – klassificering av ytvattenstatus, Vägledning för tillämpning av HVMFS 2013:19. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:26.
- Helpdesk Water. 2019. Etablering av reningsverk för växthus (på nederländska). <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/emissiebeheer/agrarisch/glastuinbouw/rendement>
- Jansson, C. & Kreuger, J. 2010. Multiresidue analysis of 95 pesticides at low nanogram/litre levels in surface waters using online preconcentration and high performance liquid chromatography/tandem mass spectrometry. *Journal of AOAC International* 93, issue 6, 1732-1747.

- Jonsson, O., Paulsson, E. & Kreuger, J. 2019. TIMFIE sampler – a new time-integrating, active, low-tech sampling device for quantitative monitoring of pesticides in whole water. *Environmental Science & Technology* 53, 279-286.
- KemI. 2004 & 2007. Riktvärden för ytvatten. Beskrivning av riktvärden år 2004, respektive 2007. Kemikalieinspektionen. Accessdatum 2018-12-10
<https://www.kemi.se/bekampningsmedel/vaxtskyddsmedel/riktvarden-for-ytvatten>
- Kreuger, J., Graaf, S., Patring, J. & Adielsson, S. 2009. Bekämpningsmedel i vattendrag från områden med odling av trädgårdsgrödor under 2008. *Ekohydrologi* 110. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Kreuger, J., Graaf, S., Patring, J. & Adielsson, S. 2010. Pesticides in surface water in areas with open ground and greenhouse horticultural crops in Sweden 2008. *Ekohydrologi* 117. Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lindström, B., Larsson, M., Boye, K., Gönczi, M. & Kreuger, J. 2015. Resultat från miljöövervakningen av bekämpningsmedel (växtskyddsmedel). Långtidsöversikt och trender 2002-2012 för ytvatten och sediment. Rapport 2015:5. Institutionen för vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Lindström, B., Boström, G., Gönczi, M. & Kreuger, J. 2017. Nationell screening av bekämpningsmedel i åar i jordbruksområden 2016. Uppföljning av 2015 års undersökning. Rapport 2017:5. Institutionen för vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- 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. LTJ Rapport 2009:6. Sveriges lantbruksuniversitet.
- Löfkvist, K., Hansson, T., Svensson, S.-A. & Hallgren, S. 2015. Kemiska växtskyddsläckage från växthus- och plantskoleproduktion – och hur dessa kan förebyggas. Rapport 439, Lantbruk & Industri. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik.
- Nanos, T. & Kreuger, J. 2015. Resultat från miljöövervakningen av bekämpningsmedel (växtskyddsmedel). Årssammanställning 2014. Rapport 2015:19. Institutionen för vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Nanos, T. & Kreuger, J. 2017. Bekämpningsmedel i tre gotländska vattendrag. Sammanställning och bedömning av resultat från provtagning 2009-2015. Rapport 2017:3. Institutionen för vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Odense Kommune. 2017. Afrapportering af projekt om væksthushortneriers miljøforhold. Rapport augusti 2017.
- PPDB. 2018. The Pesticides Properties DataBase. University of Hertfordshire, Agriculture & Environment Research Unit. Accessdatum 2018-12-10
<https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>
- SJV. 2018. Trädgårdsproduktion 2017. Jordbruksverket. Statistiska meddelanden JO 33 SM 1801, korrigerad version 2018-06-20.

10. Bilagor

Bilaga 1. Lista över analyserade substanser

Bilaga 2. Riktvärden för analyserade substanser

Bilaga 3. Uppmätta halter i momentanprover - percentiler

Bilaga 4. Maxhalter ($\mu\text{g/l}$) i momentanprov per substans och lokal

Bilaga 5. Fyndfrekvens för detekterade substanser per provlokal för momentanprover

Bilaga 6. Uppmätta halter ($\mu\text{g/l}$) av växtskyddsmedel i ytvatten från områden med momentanprovtagning per område och prov

Bilaga 7. Uppmätta halter ($\mu\text{g/l}$) av växtskyddsmedel i ytvatten från områden med tidsintegrerad TIMFIE-provtagning per område och prov

Bilaga 8. Figurer med halter av imidaklopid och pymetrozin från samtliga provpunkter med momentanprovtagning

Bilaga 9. Metodbeskrivning för bedömning av årsmedelhalter enligt vattenförvaltningens metoder



TIMFIE-provtagare i vattendrag (Foto: Klara Löfvist)