

Varslingsystemet for udvaskning af pesticider til grundvand

Moniteringsresultater juli 2012-juni 2014

Walter Brüsich (red), Annette E. Rosenbom, Nora Badawi, Lasse Gudmundsson, Carl H. Hansen,
Frants von Platten-Hallermund, Carsten B. Nielsen, Finn Plauborg og Preben Olsen

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland
Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet

Institut for Agroøkologi
Aarhus Universitet

Institut for Bioscience
Aarhus Universitet

Redaktør: Walter Brüsç

Forsidefoto: Henning C. Thomsen, AU

*Ærter med bladlus, Estrup (*Acyrtosiphon pisum* – bekæmpet med pirimicarb)*

Forside: Henrik Klinge Pedersen

Layout og grafisk produktion: Forfattere og Helle Winther

Trykt: Februar 2016

ISBN 978-87-7871-430-5

De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland

Øster Voldgade 10, 1350 København K, Danmark

Telefon: +45 3814 2000

E-mail: geus@geus.dk

Hjemmeside: www.geus.dk

Rapporten er også tilgængelig i pdf format på www.pesticidvarsling.dk

© De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, 2016

Indhold

1	Sammendrag.....	3
2	Indledning	5
2.1	<i>Formål og metode</i>	5
3	Resultater fra monitoringsperioden fra juli 2012 til juni 2014	9
3.1	<i>Bentazon</i>	11
3.2	<i>Glyphosat og AMPA</i>	12
3.3	<i>Metalaxyl-M og nedbrydningsprodukterne CGA 62826 og CGA 108906</i>	13
3.4	<i>Fluazifop-P-butyl</i>	14
3.5	<i>Azoxystrobin</i>	15
3.6	<i>Diflufenican og tebuconazol</i>	15
3.7	<i>Stoffer uden fund - eller med få fund - i perioden fra juli 2012 til juni 2014</i>	16
	Bilag 1 - Resultater fra hele monitoringsperioden fra maj 1999 til juni 2014	17

Forfattergruppen bag det danske sammendrag, den engelske rapport og indsamlingen af data er: Walter Brüsich (ed), Annette E. Rosenbom, Nora Badawi, Lasse Gudmundsson, Carl H. Hansen, Frants von Platten-Hallermund, Carsten B. Nielsen, Finn Plauborg og Preben Olsen.

Alle monitoringsresultater er detaljeret beskrevet i de årlige engelske VAP rapporter, som kan findes på hjemmesiden: www.pesticidvarsling.dk.

1 Sammendrag

Der er i perioden fra juli 2012 til juni 2014 undersøgt 22 godkendte pesticider og 17 nedbrydnings-produkter fra disse, i alt 39 stoffer. Ud af disse 39 stoffer, er 20 stoffer ikke fundet i hverken grundvand, drænvand eller i vand fra den umættede zone, der ligger over grundvandsspejlet.

De 39 stoffer omfatter fire stoffer, der ikke er testet tidligere, og 10 stoffer der er anvendt på afgrøder eller marker, hvor stofferne ikke tidligere er testet, f.eks. bentazon på hvidkløver. De resterende 25 stoffer er bl.a. stoffer, der følges efter fund i drænvand eller grundvand for at vurdere den samlede udvaskning.

Bentazon er anvendt på ærter, hvidkløver og majs i fra perioden 2012 til 2014. Bentazon er stort set ikke fundet i grundvand efter anvendelse på ærter, hvidkløver og majs, men hyppigt i vand fra den umættede zone i sand. Anvendelsen af den tidligere godkendte og dobbelt så høje dosering af bentazon i hvidkløver frem til og med 2013, gav ikke anledning til udvaskning til grundvandet. Resultaterne fra VAP indikerer, at Miljøstyrelsens regulering af bentazon, der trådte i kraft i perioden 1995–97, har virket efter hensigten, og at der ikke med den nuværende godkendelse sker en udvaskning til grundvandet i uacceptable koncentrationer.

Anvendelsen af glyphosat på afgrøder før høst har vist at glyphosat og nedbrydningsproduktet AMPA, ofte findes i drænvand, men at de to stoffer kun findes mindre hyppigt i grundvand og kun i et tilfælde over grænseværdien. Glyphosat monitoreres i dag på de to lermarker Silstrup og Estrup.

Tidligere anvendelse af glyphosat på sandjordsmarkerne har vist at glyphosat ikke udvaskes der. Af samme årsag er der på VAP sandmarkener ikke monitoreret for glyphosat siden 2002.

Metalaxyl-M og stoffets to nedbrydningsprodukter findes fortsat i grundvandet under to VAP marker, efter at stoffet blev anvendt på kartofler i 2010 på sandjord. Stoffet blev forbudt til anvendelse på kartofler i 2013. Som følge af mange fund i grundvand i høje koncentrationer over grænseværdien under VAP markerne, blev stoffet medtaget i Vandværkernes BoringsKontrol i 2014, hvor stofferne pt. er fundet i ca. 3% af 693 drikkevandsboringer.

I monitoringsperioden fra 1999 til 2014 er der undersøgt 51 forskellige pesticider samt 52 nedbrydningsprodukter fra disse. Mange af pesticiderne er undersøgt på flere marker, hvor både afgrøder, sprøjtetidspunkter, klima og jordbundsforhold varierer. Ud af de 51 pesticider blev 17 ikke fundet i drænvand, mens 17 andre gav anledning til ubetydelig udvaskning. De resterende 17 blev fundet i den umættede zone, i drænvand, og i nogle tilfælde, i grundvandet.

2 Indledning

I 1998 vedtog Folketinget at iværksætte projektet "Varslingssystemet for udvaskning af Pesticider til grundvand" (VAP). VAP ledes af en styregruppe med Lea Frimann Hansen fra Miljøstyrelsen som formand. I styregruppen deltager De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, GEUS (projektledelse) samt AGRO og BIOS, Aarhus Universitet. VAP finansieres i dag af midler via Miljøstyrelsen med en kontrakt, der løber til udgangen af 2018.

I forbindelse med Sprøjttemiddelstrategi 2013-2015 blev der bevilget ekstra midler til udtagning af flere prøver fra flere monitoringssteder i borer og samt til analyse af flere stoffer for at øge effektiviteten. Denne opgave er gennemført og siden forlænget til og med 2016. I juni 2015 er der indgået en tillægskontrakt til VAP vedrørende etablering af en ny VAP-mark for at forbedre VAPs repræsentativitet. Denne mark planlægges anlagt i et område med et relativt tyndt lag moræneler over kalk, hvor moræneleret ikke er drænet. Der er pt. foretaget en grundlæggende kortlægning, og en række lokaliteter er besøgt for at udvælge en egnet mark. Den endelige lokalitet er dog endnu ikke fastlagt (Figur 1).

Figur 1. Boreprøve med grænsen mellem moræneler og kalk i 2,2 meters dybde under en mark nord for Thisted.

Det brunrøde moræneler er gennemoxideret og gennemsat af både sprækker, rødgang og ormehuller.



2.1 Formål og metode

VAP bedømmer, ved hjælp af monitoringsresultater fra fem marker i Danmark (Figur 2), om regelret anvendelse af pesticider resulterer i en uacceptabel påvirkning af grundvandet. De godkendte pesticider anvendes under realistiske "worst case" forhold (f.eks. max. dosering) på de fem marker.

Markerne repræsenterer forskellig geologi, jordbund og klimatiske forhold i Danmark. For eksempel modtager Fårdrup marken på Sjælland under normale forhold kun en lille mængde nedbør, sammenholdt med Silstrup marken i Nordjylland og Estrup marken i Midtjylland.

Gennem de indsamlede monitoringsdata om afgrøde, dyrkningspraksis, klima, jordens vandbalance og koncentrationer af pesticider og/eller deres nedbrydningsprodukter samt modelberegninger, bidrager VAP løbende til en forbedring af det videnskabelige grundlag for de danske myndigheders (Miljøstyrelsens) procedurer for regulering af godkendte sprøjttemidler. Myndighederne har dermed mulighed for at anvende resultaterne til at regulere

brugen af et pesticid, eller til at fjerne det fra det danske marked, hvis stoffets anvendelse vurderes at kunne medføre en uacceptabel forurening af grund- og drikkevand.

Pesticiderne testes på forskellige afgrøder, anvendelsestidspunkter og jordtyper samt under forskellige geologiske og klimatiske forhold.

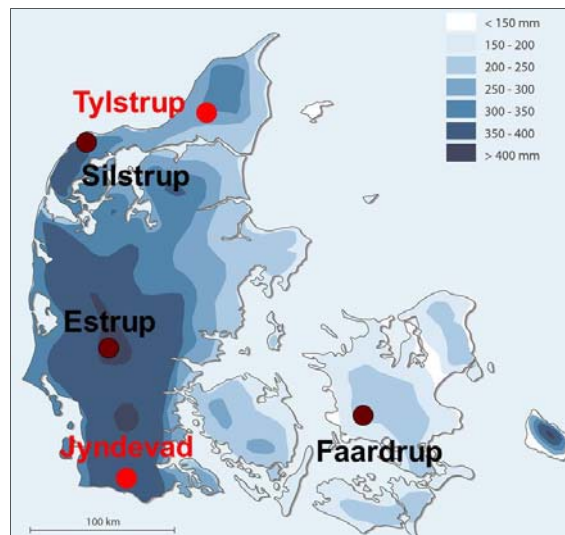
Hensigten er at vurdere, om de godkendte pesticider, eller deres nedbrydningsprodukter, udvaskes til **grundvandet** i koncentrationer over grænseværdien på 0,1 µg/l målt som årlig middelværdi i det grundvand, der dannes under markerne.

Vurderingen af nedsivningen til grundvandet foretages på baggrund af analyser af grundvandsprøver fra horisontale og lodrette borer, og vandprøver udtaget fra dræn. På de sandede og lerede marker udtages grundvandsprøver fra horisontale og lodrette borer, hvor indtagene er placeret i forskellig dybde, typisk fra 1,5 til 4,5 meter under overfladen.

Ud over at måle pesticidindholdet i grundvandet, måles pesticidindholdet også i **drænvand**, der strømmer af fra de tre lerede marker og ud i vandløb og søer. På de to sandede marker måles pesticidindholdet også i jordvand udtaget over grundvandsspejlet. Disse prøver udtages fra såkaldte **sugeceller**, der oftest er placeret én meter under jordoverfladen.

Den umættede zone over grundvandsspejlet er af varierende tykkelse afhængigt af, hvor højt grundvandet står. Typisk vil grundvandsspejlet stå højt om vinteren, hvor der er mest nedbør og en lille fordampning fra planterne, mens grundvandsspejlet kan være sænket flere meter om sommeren.

Figur 2. Placering af de to sandede VAP marker (*Tylstrup og Jyndevad*) og de tre lerede VAP marker, (*Silstrup, Estrup og Faardrup*). Kortet viser tillige den årlige nettonedbør, hvilket er den vandmængde der som gennemsnit bliver tilovers til grundvandsdannelse, når planternes vandoptag og fordampningen fra jordoverfladen har taget deres del af nedbøren. De fem marker har en størrelse på mellem 1,2 og 2,4 ha.



På de lerede marker udtages vandprøver fra dræn under lermarkerne, når drænene er vandførende. I enkelte tilfælde, efter meget kraftige nedbørshændelser, er drænene vandførende selv om grundvandsspejlet ligger under drænniveau.

Der er ikke nogen grænseværdi for pesticider i drænvand og sugeceller, men pesticidernes effekt på livet i vandløb og søer vurderes ud fra en forventet koncentration i vandmiljøet.

Den årlige gennemsnitskoncentration i drænvandet fra lermarkerne beregnes i den samlede afstrømning i drænene i den første sæson efter brug. For sandmarkerne beregnes

nedsivningen i én meters dybde det første år efter udsprøjtning. Dette gøres ved at anvende analyserne af de udbragte pesticider i vandprøver udtaget fra sugeceller.

Når et pesticid, og/eller dets nedbrydningsprodukter, er blevet testet i VAP i en toårig periode uden at blive udvasket, udgår stoffet som regel af monitoreringen på den pågældende mark.

VAP resultaterne anvendes også ved revision af analyseprogrammerne i Det nationale grundvandsovervågningsprogram (GRUMO), og for drikkevandsboringer i Vandværkernes BoringsKontrol.

3 Resultater fra monitoringsperioden fra juli 2012 til juni 2014

Pesticider og nedbrydningsprodukter monitoreres normalt i mindst to år for at vurdere, om pesticiderne udvaskes. Findes de monitorerede stoffer ikke, kan stofferne tages ud af programmet, mens stoffer med fund ofte følges i en periode, der er længere end to år.

Tabel 1 viser hvilke afgrøder der er dyrket gennem de seneste tre år. Tidligere afgrøder og brug af pesticider kan findes i dette års engelsksprogede rapport.

Tabel 1. Afgrøder på de fem VAP marker i 2012, 2013 og 2014.

	Tylstrup	Jyndevad	Silstrup	Estrup	Fårdrup
2012	Vårbyg	Majs	Rød svingel og vinterhvede	Vårbyg	Vårbyg med hvidkløver udlæg
2013	Vinterrug	Ærter	Vinterhvede/vårbyg*	Ærter	Hvidkløver
2014	Kartofler	Kartofler	Vinterhvede	Vinterhvede	Vinterhvede

*Vårbyg erstattede vinterhveden som blev alvorligt skadet pga. af frost og tørke.

I monitoringsperioden fra 2012 til 2014 er der gennemført analyser for 22 pesticider og 17 nedbrydningsprodukter, i alt 39 stoffer, hvoraf fire er testet for første gang, mens 10 stoffer er anvendt på afgrøder eller marker, hvor stofferne ikke tidligere er testet.

De resterende 25 stoffer følges bl.a. for at vurdere den samlede udvaskning eller for at etablere tidsserier.

Tabel 2 viser det samlede antal af gennemførte analyser for de enkelte stoffer i grundvand, drænvand og sugeceller, samt antal fund, og fund $\geq 0,1 \mu\text{g/l}$.

I alt 20 af de analyserede stoffer er ikke fundet i hverken grundvand eller drænvand i perioden. Der er i alt foretaget 7.378 enkeltstofanalyser på vandprøver indsamlet fra de to sandede marker (Tylstrup og Jyndevad), og fra de tre morænelers marker (Silstrup, Estrup og Fårdrup).

Analyseresultater fra de foregående år (fra maj 1999 til juni 2013) er rapporteret i tidligere rapporter, som kan hentes på Varslingssystemets hjemmeside: www.pesticidvarsling.dk.

Nogle af pesticiderne, f.eks. metalaxyl-M, er anvendt på afgrøderne før juni 2012, men pga. stor udvaskning er det valgt at fortsætte analyserne, også i denne monitoringsperiode, så den samlede påvirkning af det højtliggende grundvand kan bedømmes.

I det følgende gennemgås udvalgte stoffer, analyseret i den seneste monitoringsperiode.

Tabel 2. Analyseresultater for 22 pesticider og 17 nedbrydningsprodukter i perioden fra juli 2012 til juni 2014. Antal vandprøver analyseret for de enkelte stoffer, antal vandprøver med fund og antal prøver med koncentrationer større end 0,1 µg/l i grundvand fra horisontale og vertikale borer samt i vand udtaget fra dræn og sugeceller.

Pesticid eller nedbrydningsprodukt	Pesticid	Antal prøver analyseret		Grundvandsprøver med		Grundvand maks.konc. i µg/l	Dræn, sugeceller prøver med		Dræn, sugeceller maks konc. i µg/l
		Grundvand	Dræn sugec.	Alle fund	≥0,1 µg/l		Alle fund	≥0,1 µg/l	
Aclonifen	Aclonifen	36	11	-	-	ND	-	-	ND
Aminopyralid	Aminopyralid	237	123	-	-	ND	-	-	ND
Azoxystrobin	Azoxystrobin	189	85	1	-	0,02	22	1	0,13
CyPM	Azoxystrobin	189	85	26	4	0,19	76	29	0,4
Bentazone	Bentazone	307	113	17	-	0,049	76	13	2,8
Bifenox	Bifenox	88	53	-	-	ND	1	-	0,023
Bifenox acid	Bifenox	91	52	1	-	0,053	2	1	0,14
Nitrofen	Bifenox	88	53	-	-	ND	-	-	ND
Boscalid	Boscalid	33	16	-	-	ND	-	-	ND
Bromoxynil	Bromoxynil	89	23	-	-	ND	-	-	ND
Clomazone	Clomazon	84	38	-	-	ND	-	-	ND
FMC 65317	Clomazon	85	38	-	-	ND	-	-	ND
Diflufenican	Diflufenican	228	91	1	1	0,47	29	13	0,49
AE-05422291	Diflufenican	228	91	-	-	ND	-	-	ND
AE-B107137	Diflufenican	237	88	1	-	0,016	16	-	0,088
TFMP	Fluazifop-P-buthyl	216	75	32	3	0,12	24	4	0,41
CGA 192155	Fludioxonil	48	11	-	-	ND	-	-	ND
CGA 339833	Fludioxonil	48	11	-	-	ND	-	-	ND
Glyphosate	Glyphosat	226	100	23	1	0,13	63	11	0,66
AMPA	Glyphosat	225	100	9	-	0,028	73	9	0,16
Ioxynil	Ioxynil	89	23	-	-	ND	-	-	ND
EBIS	Mancozeb	25	7	-	-	ND	-	-	ND
Mesotrione	Mesotrione	140	44	-	-	ND	-	-	ND
AMBA	Mesotrione	140	44	-	-	ND	-	-	ND
MNBA	Mesotrione	140	44	-	-	ND	-	-	ND
Metalaxyl-M	Metalaxyl-M	320	107	53	9	0,33	1	-	0,014
CGA 108906	Metalaxyl-M	321	106	217	25	0,28	84	11	0,23
CGA 62826	Metalaxyl-M	321	106	103	4	0,24	45	4	0,12
Metrafenone	Metrafenone	195	98	1	-	0,04	2	-	0,011
Propyzamide	Propyzamide	82	35	-	-	ND	-	-	ND
RH-24580	Propyzamide	82	35	-	-	ND	-	-	ND
RH-24644	Propyzamide	82	35	-	-	ND	-	-	ND
RH-24655	Propyzamide	82	35	-	-	ND	-	-	ND
Prosulfocarb	Prosulfocarb	103	47	4	-	0,032	1	-	0,03
PPU	Rimsulfuron	66	28	47	5	0,23	28	5	0,16
PPU-desamino	Rimsulfuron	66	28	14	-	0,068	22	-	0,068
Tebuconazole	Tebuconazole	29	16	-	-	ND	2	-	0,084
1,2,4-triazol	Tebuconazole	16	-	7	1	0,17	-	-	ND
Triazinamin-methyl	Tribenuron-methyl	6	6	-	-	ND	-	-	ND

(ND) Pesticid eller nedbrydningsprodukt er ikke detekteret i perioden fra juli 2012 til juni 2014.

(Maks konc.) største målte koncentration.

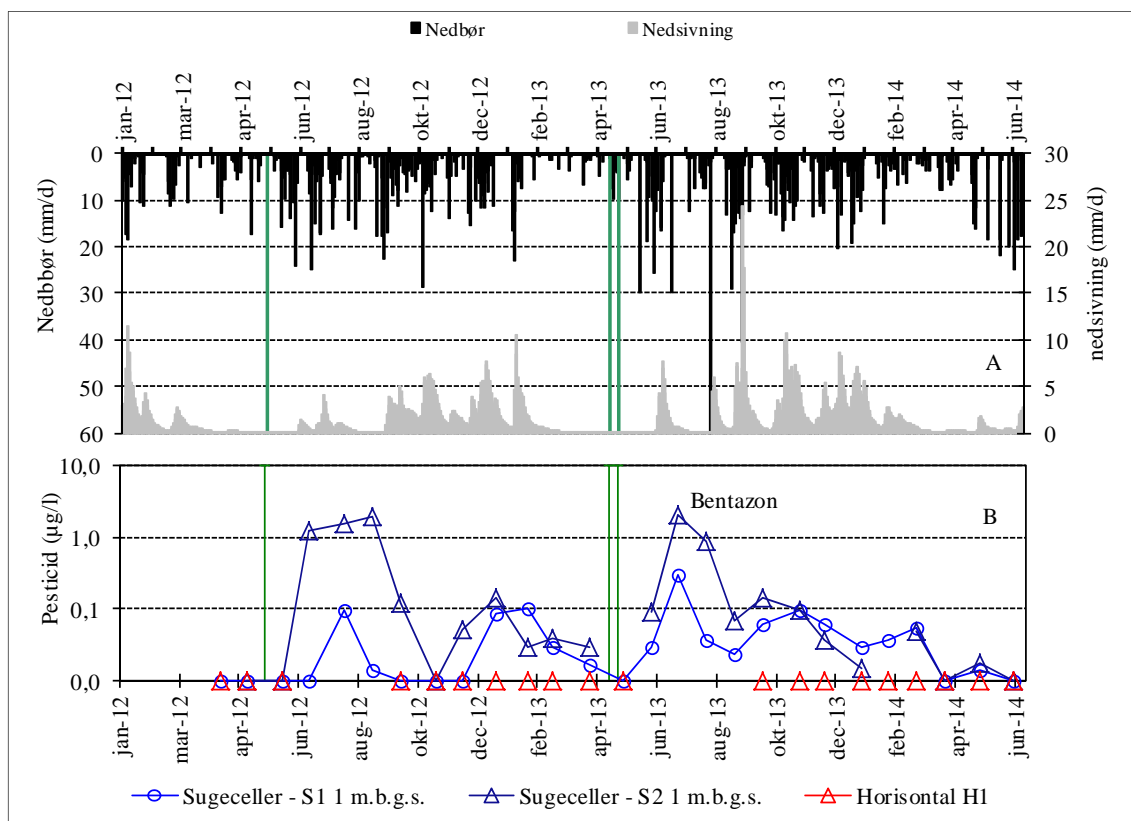
(Sugec.) sugeceller.

3.1 Bentazon

Bentazon blev anvendt på ærter i Jyndeved og Estrup i 2013, på hvidkløver i Fårdrup i 2012 og 2013, samt på majs i Jyndeved i juni 2012.

Bentazon blev fundet hyppigt i vandprøver fra sugeceller i den umættede zone under den sandede mark i **Jyndeved**, efter stoffet var blevet anvendt på majs i 2012 og på ærter i 2013. I 2013 var den højeste målte koncentration i sugeceller 2 µg/l, mens antallet af vandprøver med fund, og koncentrationsniveauet faldt i 2014, hvor koncentrationerne kom under 0,1 µg/l (Figur 3). I denne monitoringsperiode blev bentazon fundet i 78% af prøverne fra sugecellerne, og i 22% var koncentrationerne større end 0,1 µg/l. Imidlertid blev bentazon kun fundet i en enkelt grundvandsprøve fra en horisontal boring (0,01 µg/l) i 2013. I 2012 var den højeste koncentration i sugecellerne 1,9 µg/l, mens bentazon ikke blev fundet i grundvandsboringerne.

De to udvaskningsforløb på Jyndeved viser at bentazon i begge tilfælde hurtigt udvaskes i relativt høje koncentrationer til sugecellerne i den umættede zone over grundvandsspejlet, men også at bentazon ikke findes i grundvand. Dette skyldes formodentlig både fortynding, tilbageholdelse og omsætning i den umættede zone og i det højtliggende grundvand.



Figur 3. A - den øverste figur viser nedbør (sorte streger) og den simulerede nedsvivende vandmængde (grå markering) i en meters dybde på **Jyndeved**, mens B - viser de målte bentazon koncentrationer i sugeceller og i den horisontale boring. De grønne steger viser hvornår bentazon blev anvendt på marken. Det ses at bentazon udvaskes til en meters dybde efter udbringning på både majs i 2012 og ærter i 2013. Værdien på 0,0 µg/l skal illustrere detektionsgrænsen på 0,01µg/l.

Efter anvendelse på hvidkløver på morænelersmarken i **Fårdrup** i 2012 og 2013, blev bentazon i perioden fra maj 2012 til december 2013 fundet i en enkelt drænprøve i januar 2013 (0,02 µg/l). Fra januar til marts 2014 blev bentazon fundet i syv drænvandsprøver, og i to vandprøver fra den horisontale boring. Koncentrationerne var mindre end 0,1 µg/l. Bentazon blev ikke fundet i grundvand fra monitoringsboringerne. Fundene fra januar til marts 2014 skyldes formodentlig kraftig snesmeltning, og deraf følgende pludselig og kraftig nedsivning af vand. Ved anvendelsen af bentazon på hvidkløver i 2013 blev der anvendt en godkendt dosering (1440 g.a.i./ha) der var dobbelt så stor som den dosering der anvendes i dag. Doseringen blev nedsat med virkning fra 2014, fordi modelberegninger viste, at anvendelsen kunne udgøre en risiko for forurening af grundvandet.

Efter anvendelse på ærter på morænelersmarken i **Estrup** i 2013 blev bentazon fundet i 32 vandprøver fra dræn, hvor udvaskningen begyndte halvanden måned efter anvendelsen, med en gennemsnitskoncentration på 0,06 µg/l i den samlede drænaftstrømning et år efter anvendelsen. I grundvandet blev bentazon fundet i en prøve fra en vertikal monitoringsboring samt i 13 vandprøver fra de horisontale boringer. Alle detektioner i grundvand var under 0,1 µg/l (0,01 til 0,049 µg/l).

Opsummering bentazon

Bentazon har frem til juli 2014 været anvendt 17 gange på de fem marker på forskellige afgrøder med forskellige doseringer. Bentazon er i hele monitoringsperioden fundet i 82 ud af 2.603 grundvandsprøver, og i otte af disse med koncentrationer $\geq 0,1$ µg/l (hhv. 2003 og 2005).

I perioden fra 2012 til 2014 er bentazon stort set ikke fundet i grundvand efter anvendelse på kløver og ærter, og resultaterne fra VAP indikerer at Miljøstyrelsens regulering af bentazon har virket efter hensigten. I kløver er doseringen nedsat til det halve i 2013 - de nye resultater viser, at den tidligere godkendte høje dosering af bentazon ikke giver en uacceptabel udvaskning.

3.2 Glyphosat og AMPA

To spørgsmål stillet til Miljøministeren i 2013 om anvendelse af glyphosat, medførte at glyphosat blev testet på vårbyg og ærter før høst i 2013.

Efter udbringning på rødsvingel i september 2012 på den lerede mark i **Silstrup** blev glyphosat, og nedbrydningsproduktet AMPA, fundet i koncentrationer op til 0,66 µg/l i drænvand. Glyphosat blev fundet i ti vandprøver fra vertikale monitoringsboringer og i tre vandprøver fra en horisontal monitoringsboring, men ikke i koncentrationer over grænseværdien i grundvand.

Glyphosat blev i Silstrup anvendt på vårbyg før høst i august 2013, og både glyphosat og AMPA blev fundet i vand fra dræn, da disse blev vandførende to måneder senere. Den sene afstrømningsstart kan være årsagen til at koncentrationerne i drænvandsprøver ved denne afstrømningshændelse ikke oversteg 0,1 µg/l. De to stoffer blev fundet i henholdsvis otte og fire grundvandsprøver, alle under grænseværdien. Prøverne var fra samme monitoringsboring, M5, hvor stofferne blev fundet i alle tre filtre, placeret i hhv. 1,5-2,5, 2,5-3,5 og 3,5-4,5 meters dybde.

Begge stoffer er fundet i koncentrationer op til ca. 3 µg/l i drænvand fra morænelersmarken i **Estrup** efter anvendelse i oktober 2011, hvor der var dyrket vinterhvede. Glyphosat blev, som

nævnt i sidste VAP rapport, fundet i to grundvandsprøver på samme mark i (0,21 og 0,13 µg/l i 1,5 til 2,5 meters dybde i hhv. oktober 2011 og januar 2013), mens AMPA ikke blev detekteret.

Efter anvendelse af glyphosat på ærter før høst i august 2013 i **Estrup** blev både glyphosat og AMPA fundet i drænvandet, men i noget lavere koncentrationer sammenlignet med udbringningen efter høst på vinterhvedestub to år før, mens de to stoffer ikke blev fundet i grundvandet. Monitoringen af glyphosat og AMPA i Fårdrup ophørte i august 2012, da der ikke havde været påvisninger i hverken grundvand og drænvand efter sidste anvendelse i oktober 2011.

Opsummering glyphosat

Anvendelsen af glyphosat på afgrøder før høst har vist at både glyphosat, og nedbrydningsproduktet AMPA, ofte findes i ret høje koncentrationer i drænvand, men at de to stoffer kun sjældent findes i grundvand. Mønsteret synes ikke at være markant forskelligt i forhold til anvendelse i stubmark. Glyphosat monitoreres i dag på to lermarker, Silstrup og Estrup, hvor glyphosat har været anvendt henholdsvis fire og fem gange.

Tidligere anvendelse af glyphosat på de to sandjordsmarker, har vist at glyphosat ikke udvaskes, og at nedbrydningsproduktet kun er fundet i to grundvandsprøver, begge under grænseværdien. Af samme årsag har VAP ikke monitoreret glyphosat på sand siden 2002.

3.3 Metalaxyl-M og nedbrydningsprodukterne CGA 62826 og CGA 108906

Metalaxyl-M blev anvendt på kartofler på de to sandmarker i **Tylstrup** og **Jynde vad** i 2010. Monitoringen af metalaxyl-M og to de nedbrydningsprodukter er fortsat i 2013 til 2014, da der var mange fund af nedbrydningsprodukterne i både grundvandet, og i den umættede zone over grundvandsspejlet.

Pesticidet metalaxyl-M blev fundet få gange i lave koncentrationer i den umættede zone, hvorimod de to nedbrydningsprodukter CGA 62826 og CGA 108906 blev fundet i høje koncentrationer i grundvand. Ofte overskred koncentrationerne i grundvandet grænseværdien på 0,1 µg/l. Begge nedbrydningsprodukter blev fundet i vand fra sugeceller i en meters dybde i koncentrationer, der ofte oversteg 0,1 µg/l (maksimum koncentration 4,8 µg/l) frem til 2013, mens koncentrationerne aftog i 2014.

I monitoringsperioden fra juli 2010 til juni 2014 blev særligt CGA 108906 fundet hyppigt i vandprøver udtaget fra grundvand fra de to sandede marker, hvor nedbrydningsproduktet gennem hele perioden blev fundet i 75% af prøverne fra Tylstrup, og i 83% i Jynde vad. 17% af grundvandsprøverne fra Tylstrup og 26% af prøverne fra Jynde vad indeholdt mere end 0,1 µg/l.

Metalaxyl-M blev fundet i grundvandet opstrøms sandmarkerne før sprøjtningen af kartofler på VAP markerne med metalaxyl-M i 2010. Disse fund stammer fra tidligere sprøjtninger af kartofler på nabomarker opstrøms. Fund af nedbrydningsprodukterne i vandprøver fra den umættede zone og fra en horisontal boring placeret under grundvandsspejlet i Jynde vad viser, at sprøjtningen af kartofler med metalaxyl-M i 2010 medførte udvaskning af pesticidet og nedbrydningsprodukterne. Denne udvaskning hidrørte ikke fra anvendelse på marker opstrøms VAP marken.

Figur 4 viser dyrkning af kartofler på VAP marken Tylstrup, hvor der efter en nedbørshændelse er opstuvet vand mellem rækkerne. Det vurderes at der er mulighed for forceret nedsivning af det opstuede vand mellem kartoffelrækkerne.

Opsummering Metalaxyl-M

Som følge af ovennævnte fund i grundvandet i 2010 til 2012 blev anvendelsen af metalaxyl-M til kartofler forbudt i 2013. Monitoringen af de tre stoffer er dog fortsat til marts 2015, for at bedømme den fortsatte påvirkning af grundvand under de to sandmarker. Metalaxyl-M og de to nedbrydningsprodukter er i 2014 inddraget i Vandværkernes Boringskontrol af drikkevandsboringer.

De første resultater fra Boringskontrollen viser at nedbrydningsprodukterne er fundet i ca. 3% af 693 analyserede vandværksboringer.

Figur 4. Kraftig nedbørshændelse under dyrkning af kartofler på VAP marken Tylstrup den 15.maj 2014.
Foto: Jens Molbo, AGRO.



3.4 Fluazifop-P-butyl

Fluazifop-P-butyl blev i 2008 pålagt restriktioner for at beskytte grundvandet i form af en nedsat dosering og godkendelse i færre afgrøder. Ved test af den regulerede, lavere dosering af fluazifop-P-butyl i foråret 2011 i Silstrup og i Fårdrup var udvaskningen af nedbrydningsproduktet TFMP ubetydelig. Dette var ikke tilfældet i 2008, hvor TFMP blev fundet i høje koncentrationer i grundvandet efter anvendelse af fluazifop-P-butyl i den tidligere godkendte, dobbelt så høje dosering.

I april 2012 blev fluazifop-P-butyl udbragt i den nye, reducerede dosis på rødsvingel i **Silstrup**, hvilket resulterede i mange TFMP fund i 2012 i både dræn- og grundvand. I første halvår af 2013 blev TFMP igen fundet i både dræn og grundvand, men i koncentrationer lavere end 0,1µg/l, mens TFMP i efteråret 2013 blev fundet i færre drænvandsprøver.

TFMP blev ikke detekteret i dræn eller grundvand fra januar 2014 til juni 2014.

På **Fårdrup** blev fluazifop-P-butyl anvendt i maj 2011 på rødsvingel, og TFMP blev ikke efterfølgende fundet i hverken grundvand eller drænvand.

Opsummering Fluazifop-P-butyl

Seks detektioner over 0,1 µg/l i **Silstrup** i 2012 indikerer, at TFMP ved anvendelse af moderstoffet i den nye regulerede (lavere) dosering, i nogle tilfælde, kan overskride grænseværdien for grundvand. Udvaskningen af TFMP følges derfor stadig i VAP. Fluazifop-P-butyl har frem til juli 2013 været anvendt ti gange på fire VAP marker.

Fluazifop-P-butyl er ikke længere godkendt i Danmark. Såfremt der ansøges om godkendelse igen, vil resultaterne fra VAP blive inddraget i Miljøstyrelsens vurdering af om stoffet kan opnå en fornyet godkendelse. Den nedsatte dosering i 2008 medførte i VAP at antallet af fund over grænseværdien i grundvandet blev reduceret betydeligt.

3.5 Azoxystrobin

Efter udbringning af azoxystrobin på vårbyg dyrket i **Silstrup** i 2013 blev nedbrydningsproduktet CyPM detekteret i drænvand, hvor ti prøver var > 0,1 µg/l ud af 17 analyserede drænvandsprøver. I grundvandet blev CyPM fundet i 22 vandprøver ud af 59 analyserede, hvor tre var større end 0,1 µg/l. Moderstoffet blev fundet i to vandprøver fra drænet og i en fra grundvandet - alle med lavere koncentrationer end 0,1µg/l.

Azoxystrobin blev anvendt på **Estrup** i 2012. Både azoxystrobin og nedbrydningsproduktet CyPM blev udvasket til drænvandet i koncentrationer over 0,1 µg/l. CyPM blev fundet i fire grundvandsprøver fra en horisontal boring, hvoraf en prøve havde en koncentration over 0,1 µg/l. Der var ikke fund i vertikale grundvandsboringer.

Opsummering azoxystrobin

Nedbrydningsproduktet CyPM bliver hyppigt fundet i drænvand i koncentrationer op til 1 µg/l, mens antallet af fund i grundvand er langt mindre, og kun i få tilfælde over 0,1µg/l.

3.6 Diflufenican og tebuconazol

Diflufenican er anvendt på **Silstrup** og **Estrup** i 2012 og 2013, hvor både diflufenican og nedbrydningsproduktet AE-B107137, blev fundet hyppigt i drænvand. Diflufenican blev fundet i en grundvandsprøve fra **Silstrup** (0,47µg/l), mens nedbrydningsproduktet AE-B107137 blev fundet i en grundvandsprøve fra **Estrup** (0,016µg/l). På begge marker blev der analyseret ca. 150 grundvandsprøver. Det andet nedbrydningsprodukt, AE-05422291, blev ikke detekteret i hverken grund- eller drænvand (Tabel 2).

Tebuconazol blev detekteret i to drænvandsprøver fra **Silstrup**. Nedbrydningsproduktet 1,2,4-triazol blev ikke analyseret i Silstrup pga. analytiske problemer.

Efter anvendelse af tebuconazol på vinterhvede i maj 2014 på **Estrup og Fårdrup**, blev nedbrydningsproduktet 1,2,4-triazol detekteret i syv grundvandsprøver fra **Estrup og Fårdrup**, hvoraf en prøve fra Estrup var større end 0,1 µg/l. Da nedbrydningsproduktet kun er analyseret i få vandprøver i Estrup og Fårdrup fortsættes monitoringen i 2015.

3.7 Stoffer uden fund - eller med få fund - i perioden fra juli 2012 til juni 2014

Aclonifen, aminopyralid, boscalid, bromoxynil, clomazon, fludioxonil, ioxynil, mancozeb, mesotrion, propyzamid, tribenuron-methyl og disses nedbrydningsprodukter blev ikke fundet i dræn, sugeceller eller grundvand i periode fra juli 2012 til juni 2014 (Tabel 2).

Metrafenon, blev på Estrup, fundet i to drænvandsprøver og i en grundvandsprøve med en koncentration større end 0,1 µg/l, ud af 98 drænvandsprøver og 195 grundvandsprøver. Prosulfocarb blev på Tylstrup fundet i en vandprøve fra en sugecelle og i fire grundvandsprøver - alle med en koncentration lavere end 0,1 µg/l, ud af 103 analyserede grundvandsprøver og 47 sugecelle prøver (Tabel 2).

Bilag 1 – Resultater fra hele monitoringsperioden fra maj 1999 til juni 2014

Siden maj 1999 til juni 2014 er der i VAP undersøgt 51 pesticider og 52 nedbrydningsprodukter, i alt 103 stoffer. De enkelte pesticider, og deres nedbrydningsprodukters udvaskning, er undersøgt efter brug på en til fem marker, og ofte på forskellige afgrøder på samme mark, og på samme afgrøder på forskellige jordtyper.

De 15 mest analyserede pesticider og nedbrydningsprodukter er analyseret fra ca. 2.300 til 4.200 vandprøver (Tabel 3).

Af de 51 pesticider der er blevet udbragt, blev 17 pesticider eller deres nedbrydningsprodukter ikke fundet udvasket til dræn- eller jordvand i løbet af den samlede monitoringsperiode (Tabel 4). Aclonifen, aminopyralid, boscalid, chlormequat, clopyralid, cyazofamid, desmedipham, fenpropimorph, florasulam, fludioxonil, iodosulfuron-methyl-natrium, linuron, mesotrione, thiacloprid, thiamethoxam, tribenuron-methyl og triasulfuron blev ikke fundet i dræn eller jordvand eller kun i enkelte prøver.

Aclonifen, amidosulfuron, aminopyralid, boscalid, bromoxynil, chlormequat, clomazone, clopyralid, cyazofamid, florasulam, fludioxonil, iodosulfuron-methyl, linuron, mesosulfuron-methyl, mesotrione, pendimethalin, picolinafen, thiacloprid, thiamethoxam, triasulfuron og tribenuron-methyl blev ikke fundet i grundvand (Tabel 5).

Tabel 3. Antal analyser af de 15 hyppigst analyserede pesticider og nedbrydningsprodukter i perioden fra 1999 til juni 2014 fundet i alle typer vandprøver, inkl. kontrolprøver med kendt indhold af pesticid eller nedbrydningsprodukt (tilsat ved udtagningen i felten) og "blanke" vandprøver uden tilsat pesticid eller nedbrydningsprodukter. Fordelingen mellem analyserede vandprøver fra grundvand og dræn/sugeceller er vist.

Pesticid (P)/ nedbrydningsprodukt (N)	Alle vandprøver inkl. QA	Pesticid	Grundvand	Dræn og sugeceller
Bentazon (P)	4.197	bentazon	2.603	1.051
Glyphosat (P)	3.747	glyphosat	2.216	1.091
AMPA (N)	3.746	glyphosat	2.217	1.092
Pirimicarb (P)	3.432	pirimicarb	2.120	887
Propiconazol (P)	3.421	propiconazol	2.084	899
Pirimicarb-desmethyl (N)	3.078	pirimicarb	1.911	780
CyPM (N)	3.033	azoxystrobin	1.910	740
Pendimethalin (P)	2.881	pendimethalin	1.811	694
Azoxystrobin (P)	2.880	azoxystrobin	1.798	717
Pirimicarb-desmethyl-formamido (N)	2.678	pirimicarb	1.638	707
Desethyl-terbuthylazin (N)	2.619	terbuthylazin	1.664	612
Fenpropimorph (P)	2.494	fenpropimorph	1.531	657
Triazinamin-methyl (N)	2.386	tribenuron-methyl	1.523	569
Fenpropimorph syre (N)	2.341	fenpropimorph	1.435	636
PPU (N)	2.311	rimsulfuron	1.519	502

I alt 17 udbragte pesticider, eller nedbrydningsprodukter fra disse, gav anledning til en udvaskning gennem rodzonen til dræn og til sugeceller i den umættede zone beliggende i ca. en meters dybde i gennemsnitskoncentrationer over 0,1 µg/l:

- *Azoxystrobin* og dets nedbrydningsprodukt *CyPM*
- *Bentazon*
- *CL153815* (nedbrydningsprodukt af picolinafen)
- *Diflufenican* og *AE-B107103*
- *Pirimicarb-desmethyl-formamido* (nedbrydningsprodukt af pirimicarb)
- *Propyzamid*
- *Fluroxypyr*
- *Tebuconazol* og nedbrydningsproduktet *1,2,4-triazol*
- *Glyphosat* og dets nedbrydningsprodukt *AMPA*
- **CGA 108906 og CGA 62826** (nedbrydningsprodukt af metalaxyl-M). Ikke på markedet i dag.
- **PPU (nedbrydningsprodukt af rimsulfuron)** Ikke på markedet i dag.
- **Bifenox-syre** (nedbrydningsprodukt af bifenox) Ikke på markedet i dag.
- **Ethofumesat**
- **TFMP (nedbrydningsprodukt af fluazifop-P-butyl)** Ikke på markedet i dag.
- *Metamitron* og dets nedbrydningsprodukt *desamino-metamitron*
- **Desamino-diketo-metribuzin og diketo-metribuzin (nedbrydningsprodukter af metribuzin)** Ikke på markedet i dag.
- **Terbuthylazin** og dets nedbrydningsprodukter **desethyl-terbuthylazin, 2-hydroxy-desethyl-terbuthylazin og 2-hydroxy-terbuthylazin**. Ikke på markedet i dag.

For de pesticider eller nedbrydningsprodukter der er *fremhævet med kursiv* var udvaskningen primært begrænset til en meters dybde, hvor stofferne blev fundet i dræn og sugeceller. Selvom hovedparten af stofferne blev fundet i koncentrationer over 0,1 µg/l i grundvandsfiltrene, var antallet af overskridelser få (ofte mindre end fem pr. mark), og der var ikke tale om at udvaskningen som årgennemsnit var større end 0,1 µg/l. Pesticider **markeret med fed** blev udvasket til grundvandsfiltrene, og Miljøstyrelsen har foretaget nye vurderinger med forbud eller anden regulering af anvendelsen til følge.


I alt 17 andre pesticider gav anledning til mindre udvaskning. Selv om flere af disse 17 stoffer i en meters dybde ofte blev fundet i koncentrationer over 0,1 µg/l, var udvaskningen som årgennemsnit ikke større end 0,1 µg/l i dræn eller sugeceller. Et enkelt pesticid, pyridat, blev fundet i enkelte grundvandsprøver i koncentrationer over 0,1 µg/l, mens de resterende 16 pesticider ikke er fundet i grundvand i koncentrationer større end 0,1 µg/l.


Tabel 4 viser hvordan udvaskningen af 51 pesticider har været på de fem VAP marker i en meters dybde til dræn og sugekopper, mens Tabel 5 viser udvaskningen til grundvand frem til juni 2014.

Alle monitoringsresultater er detaljeret beskrevet i de årlige engelske VAP rapporter, som kan findes på hjemmesiden: www.pesticidvarsling.dk.

Tabel 4. Udvaskning i en meters dybde, dræn og sugeceller.
Farven indikerer graden af udvaskning på de fem VAP marker.

Risiko	Moderstof	Tylstrup sandjord	Jydevad sandjord	Silstrup lerjord	Estrup lerjord	Faarstrup lerjord
Høj	Azoxystrobin					
	Bentazon					
	Bifenox					
	Diflufenican					
	Ethofumesat					
	Fluazifop-P-butyl					
	Fluroxypyr					
	Glyphosat					
	Metalaxyl-M					
	Metamitron					
	Metribuzin					
	Picolinafen					
	Pirimicarb					
	Propyzamid					
	Rimsulfuron					
	Tebuconazol					
Terbutylazin						
Lav	Amidosulfuron					
	Bromoxynil					
	Clomazon					
	Dimethoat					
	Epoxiconazol					
	Flamprop-M-isopropyl					
	loxynil					
	MCPA					
	Mancozeb					
	Mesosulfuron-methyl					
	Metrafenon					
	Pendimethalin					
	Phenmedipham					
	Propiconazol					
	Prosulfocarb					
	Pyridat					
Triflusulfuron-methyl						
Ingen	Aclonifen					
	Aminopyralid					
	Boscalid					
	Chlormequat					
	Clopyralid					
	Cyazofamid					
	Desmedipham					
	Fenpropimorph					
	Florasulam					
	Fludioxonil					
	Iodosulfuron-methyl-natrium					
	Linuron					
	Mesotrion					
	Thiacloprid					
	Thiamethoxam					
	Triasulfuron					
Tribenuron-methyl						

 Udvaskningen i 1 meters dybde overskred i gennemsnit 0,1µg/l i det første år efter udbringning

 Pesticid eller nedbrydningsprodukt blev detekteret i mindre end tre prøver udtaget efter hinanden, eller i en prøve over 0,1 µg/l, samt at den årlig gennemsnits koncentration er mindre end 0,1 µg/l i den første sæson efter udbringningen




 Pesticid er ikke fundet eller kun detekteret i meget få prøver under 0,1 µg/l

Table 5. Udvikning af pesticider og deres nedbrydningsprodukter til grundvand.

Farven indikerer graden af udvaskning på de fem VAP marker. Pesticider anvendt i foråret 2014 er ikke medtaget.

Risiko	Moderstof	Tylstrup sandjord	Jyndeved sandjord	Silstrup lerjord	Estrup lerjord	Faarstrup lerjord
Høj	Azoxystrobin					
	Bentazone					
	Bifenox					
	Ethofumesate					
	Fluazifop-P-butyl					
	Glyphosate					
	Metalaxyl-M					
	Metamitron					
	Metribuzin					
	Propyzamide					
	Pyridate					
	Rimsulfuron					
	Tebuconazole					
	Terbuthylazine					
Lav	Desmedipham					
	Diflufenican*					
	Dimethoate					
	Epoxiconazole					
	Fenpropimorph					
	Flamprop-M-isopropyl					
	Fluroxypyr					
	Ioxynil					
	MCPA					
	Mancozeb					
	Metrafenone					
	Phenmedipham					
	Pirimicarb					
	Propiconazole					
	Prosulfocarb					
Triflusulfuron-methyl						
Ingen	Aclonifen					
	Amidosulfuron					
	Aminopyralid					
	Boscalid					
	Bromoxynil					
	Chlormequat					
	Clomazone					
	Clopyralid					
	Cyazofamid					
	Florasulam					
	Fludioxonil					
	Iodosulfuron-methyl					
	Linuron					
	Mesosulfuron-methyl					
	Mesotrione					
	Pendimethalin					
	Picolinafen					
	Thiacloprid					
	Thiamethoxam					
	Triasulfuron					
Tribenuron-methyl						

 Pesticid eller nedbrydningsprodukt fundet i vandprøver fra grundvand i koncentrationer der overskrider 0,1 µg/l.

 Pesticid eller nedbrydningsprodukt fundet i vandprøver fra grundvand i koncentrationer der ikke overskrider 0,1 µg/l. *Diflufenican fundet i en vandprøve over 0,1 µg/l, men er her markeret med blå.

 Pesticid eller nedbrydningsprodukter ikke fundet i vandprøver fra grundvand.